

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
PREHRAMBENO-BIOTEHNOLOŠKI FAKULTET

DIPLOMSKI RAD

Zagreb, lipanj 2017.

Ana Lana Ivančić

832/N

**ANALIZA UDJELA KOFEINA U
ENERGETSKIM NAPITCIMA I
UČESTALOST KONZUMIRANJA
ISTIH OD STRANE
REKREATIVACA**

Rad je izrađen u Laboratoriju za tehnologiju ugljikohidrata i konditorskih proizvoda na Zavodu za prehrambeno-tehnološko inženjerstvo Prehrambeno-biotehnološkog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu, pod mentorstvom prof.dr.sc. Draženke Komes te uz pomoć asistentice Arijane Bušić, mag. ing.

ZAHVALA

Zahvaljujem se mentorici prof.dr.sc. Draženki Komes na iznimnoj susretljivosti, podršci i nesebičnoj pomoći pri izradi ovoga rada .

Najljepše se zahvaljujem asistentici Arijani Bušić, mag.ing., na pomoći, podršci, nesebičnom angažmanu i strpljenju pri izvođenju eksperimentalnog dijela rada.

Posebno se zahvaljujem suprugu i članovima obitelji na podršci i pomoći tijekom studiranja i izvršavanja obaveza na fakultetu.

TEMELJNA DOKUMENTACIJSKA KARTICA

Diplomski rad

Sveučilište u Zagrebu

Prehrambeno-biotehnološki fakultet

Zavod za prehrambeno-tehnološko inženjerstvo

Laboratorij za tehnologiju ugljikohidrata i konditorskih proizvoda

Znanstveno područje: Biotehničke znanosti

Znanstveno polje: Nutricionizam

ANALIZA UDJELA KOFEINA U ENERGETSKIM NAPITCIMA I UČESTALOST KONZUMIRANJA ISTIH OD STRANE REKREATIVACA

Ana Lana Ivančić, 832/N

Sažetak: Kofein je najpopularniji prirodni stimulans tj. biljni alkaloid koji ima pozitivan učinak na mentalne i tjelesne funkcije. Iako je pronađen u 60-tak biljnih vrsta, kofein se najčešće unosi u organizam konzumiranjem kave, čaja, coca-cole, proizvoda s ekstraktom guarane, a u novije vrijeme i konzumiranjem energetske napitake, čija potrošnja kontinuirano raste, posebice među mladom populacijom. Međutim, zbog potencijalnih zdravstvenih rizika konzumiranja kofeina izrazito je važno voditi računa o konzumiranim količinama, a jednako tako i pravilnom označavanju udjela kofeina u proizvodima. Stoga je cilj ovog rada bio usporediti udjel kofeina, određen metodom tekućinske kromatografije visoke djelotvornosti (HPLC-DAD) s udjelom označenim na proizvodu, u 15 energetskih napitaka dostupnih na tržištu. Kao uvod u istraživanje provedeno je anketno ispitivanje koje je pokazalo da 50 % ispitanika, koji konzumiraju energetske napitke, su u dobi od 18 do 25 godina. Među 15 ispitivanih uzoraka, u 13 je utvrđeno odstupanje do 10 % od vrijednosti označene na proizvodu, 1 uzorak pokazuje odstupanje od 19,5 %, dok na jednom proizvodu nije naveden udjel kofeina u proizvodu, što je posebice zabrinjavajuće i ukazuje na potrebu veće kontrole.

Ključne riječi: energetski napitci, rekreativci, sportska izvedba, udjel kofeina

Rad sadrži: 47 stranica, 20 slika, 6 tablica, 82 literaturna navoda

Jezik izvornika: hrvatski

Rad je u tiskanom i elektroničkom (pdf-format) obliku pohranjen u: Knjižnici

Prehrambeno-biotehnološkog fakulteta, Kačićeva 23, Zagreb

Mentor: Prof.dr.sc. Draženka Komes

Pomoć pri izradi: Arijana Bušić, mag.ing.

Stručno povjerenstvo za ocjenu i obranu:

1. Prof.dr.sc. Damir Ježek
2. Prof.dr.sc. Draženka Komes
3. Izv.prof.dr.sc. Zvonimir Šatlić
4. Izv.prof.dr.sc. Ksenija Marković (zamjena)

Datum obrane: 13. lipanj 2017.

BASIC DOCUMENTATION CARD

Graduate thesis

University of Zagreb

Faculty of Food Technology and Biotechnology

Department of Food Engineering

Laboratory for Chemistry and Technology of Carbohydrates and Confectionery Products

Scientific area: Biotechnical Sciences

Scientific field: Nutrition

ANALYSIS OF CAFFEINE CONTENT IN ENERGY DRINKS AND THE FREQUENCY OF THEIR CONSUMING BY THE RECREATIONAL ATHLETES

Ana Lana Ivančić, 832/N

Abstract: Caffeine is the most popular natural stimulant ie. a plant alkaloid that has a positive effect on mental and physical functions. Although found in around 60 plant species, caffeine is most commonly consumed through coffee, tea, Coca Cola, products with guarane extract and in more recent times, by consuming energy drinks whose consumption is continuously rising particularly amongst young population. Nevertheless, due to potential health risks that come with caffeine consumption, it is extremely important to take into account the amount consumed as well as the proper labeling of the caffeine share in products. Therefore, the purpose of this paper was to compare the share of caffeine, determined with the high performance chromatography method (HPLC -DAD), with shares being marked on products in 15 energy drinks available on the market. As an introduction to the research a survey was carried out, which has shown that 50% of respondents consuming energy drinks are 18-25 years old. Among the 15 tested samples, in 13 were found deviation to 10% from the value being marked on the product, 1 sample shows deviation of 19%, while on one product the share of caffeine wasn't even listed, which is extremely terrifying and points out the need of greater control.

Keywords: energy drinks, sports performance, caffeine share, recreational athletes

Thesis contains: 47 pages, 20 figures, 6 tables, 82 references

Original in: Croatian

Final work in printed and electronic (pdf format) version is deposited in: Library of the Faculty of Food Technology and Biotechnology, Kačićeva 23, Zagreb

Mentor: PhD. Draženka Komes, Full professor

Technical support and assistance: Arijana Bušić, BSc

Reviewers:

1. PhD. Damir Ježek, Full professor
2. PhD. Draženka Komes, Full professor
3. PhD. Zvonimir Štalić, Associate professor
4. PhD. Ksenija Marković, Associate professor (substitute)

Thesis defended: 13 June 2017

SADRŽAJ

1. UVOD.....	1
2. TEORIJSKI DIO	3
2.1. Kofein – fizikalno kemijska svojstva.....	3
2.2. Prirodni izvori kofeina	3
2.3. Energetski napitci.....	6
2.3.1. Energetski napitci unutar zakonskih regulativa	7
2.3.2. Učinak kofeina - energetski napitci.....	9
2.4. Učinak kofeina u sportskoj izvedbi.....	12
2.5. Suplementi među adolescentima.....	15
2.6. Trend miješanja energetskih napitaka i alkohola	16
3. EKSPERIMENTALNI DIO	19
3.1. Materijal.....	19
3.1.1. Uzorci.....	19
3.2. Metode rada	20
3.2.1. Anketa	20
3.2.2. Određivanje udjela kofeina u energetskim napitcima primjenom tekućinske kromatografije visoke djelotvornosti (HPLC)	23
3.2.3. Kemikalije korištene pri HPLC analizi	24
3.2.4. Aparatura i pribor.....	25
4. REZULTATI I RASPRAVA	26
4.1. Anketa.....	26
4.2. Određivanje kofeina u uzorku primjenom tekućinske kromatografije visoke djelotvornosti (HPLC).....	36
5. ZAKLJUČCI.....	40
6. LITERATURA.....	42

1. UVOD

Kofein se u ljudski organizam unosi konzumiranjem različitih napitaka, najviše kave, čak 75%. Nakon unosa, kofein se veoma brzo apsorbira, koncentracija u krvi se povećava i dostiže maksimalne vrijednosti otprilike 60 minuta nakon unosa. Polu-život kofeina, koji označava vrijeme potrebno da se njegov udjel smanji na polovicu početne vrijednosti, iznosi do 6 sati (Jeukendrup i Gleeson 2010). Osim unosa kofeina putem kave i čaja, u posljednjih nekoliko godina povećao se unos kofeina konzumacijom energetskih napitaka kojih danas na tržištu ima preko 150 vrsta (Žagar Petrović, 2015) te zauzimaju multibilijunsko tržište s posebice velikim rastom u Sjevernoj Americi (Howland i Roshenow, 2013). Energetski napitci predviđeni su za konzumiranje kod pojačanih napora ili velikog umora. Sadrže kofein, vitamine B skupine, mineralne tvari, glukozu, neke aminokiseline, biljne ekstrakte i sl., odnosno one sastojke koji u ljudskom organizmu potiču razbuđivanje i brzu tvorbu energije. Udjel kofeina različit je u različitim napitcima koji se nalaze na tržištu, a ovisno o tom udjelu, unos napitaka s kofeinom trebaju ograničiti posebno osobe koje su osjetljive na kofein i trudnice. Premda djeca ne bi smjela konzumirati energetske napitke zbog prisutnog kofeina, ali i visokog udjela šećera (Grundler, 2016), nedavna studija iz SAD-a pokazala je da je među najvećim konzumentima populacija od 13-17 godina (Mitchell i sur., 2014).

Konzumacija energetskih napitaka pokazuje sve veću popularnost među sportašima i vojnicima koji ih konzumiraju radi smanjenja umora i održavanja budnosti organizma. Upravo iz ovih razloga, navedene populacije sklone su prekomjernoj potrošnji te su izložene štetnim učincima kofeina (anksioznost, nervoza, nemir, nesanica, gastrointestinalne smetnje, povećan krvni tlak), posebice ako je udjel kofeina veći od udjela označenog na proizvodu. Naime, nedavna znanstvena istraživanja ukazala su na odtupanja u prisutnom udjelu kofeina u proizvodima u usporedbi s vrijednostima označenima na proizvodima (Attiope i sur., 2016), što predstavlja razlog za zabrinutost prilikom konzumacije energetskih napitaka i dodataka prehrani s kofeinom.

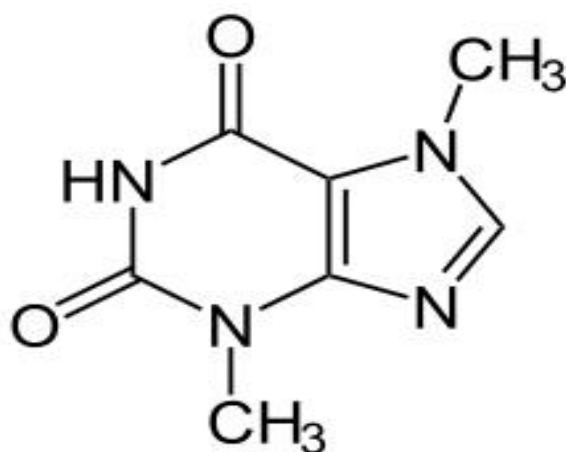
Stoga je cilj ovog rada bio usporediti udjel kofeina označen na energetskim napitcima, dostupnima na hrvatskom tržištu, s udjelom kofeina određenim tekućinskom kromatografijom visoke djelotvornosti (HPLC-DAD). Kao uvod u istraživanje provest će se

anketno ispitivanje rekreativaca o učestalosti konzumiranja energetskih napitaka te poznavanju njihovog sastava i fizioloških učinaka na zdravlje.

2. TEORIJSKI DIO

2.1. Kofein – fizikalno kemijska svojstva

Kofein je po kemijskoj strukturi metilksantin (slika 1.). Molekulska masa mu je 194,194 g/mol. Svojstva kofeina su: bijeli, sitni, igličasti kristali ili bijeli, kristalan prašak, bez mirisa, gorka okusa. Lako je topljiv u kipućoj vodi i kloroformu, dosta teško se topi u vodi, a teško u etanolu. Stoga mu je topljivost: 1 g se otapa u in 46 mL vode, 5,5 mL vode zagrijane na 80 °C, 1,5 mL kipuće vode, 66 mL alkohola, 22 mL alkohola zagrijanog na 60 °C, 50 mL acetona, 5.5 mL kloroforma, 530 mL etera, 100 mL benzena, 22 mL kipućeg benzena. Otapa se u razrijeđenim mineralnim kiselinama (Ding i sur., 2014). Gustoća mu je 1,23 g/cm³ (O'Neil, 2013).







Slika 1. Kemijska struktura kofeina (Rapić, 1994)

2.2. Prirodni izvori kofeina

Kofein je pronađen u 60-tak biljnih vrsta, a one koje se najčešće konzumiraju prikazane su u tablici 1. Otkrio ga je liječnik Friedlieb Ferdinand Runge 1819. godine u suradnji sa 70 godina starijim književnikom, misliocem i znanstvenikom Johannom Wolfrangom von Goetheom. Njemački kemičar L. Medicus 1875. godine dao je točan kemijski sastav kofeina.

Tablica 1. Prirodni izvori kofeina

BILJNA VRSTA	UDJEL KOFEINA (%)	POZITIVNI UČINCI	NEPOVOLJNI UČINCI
 <p>KAVA <i>Coffea arabica</i></p>	0,8 - 1,4	<ul style="list-style-type: none"> - smanjena učestalost raka usne šupljine i ždrijela - smanjena incidencija karcinoma endometrija, ciroze jetre - smanjena incidencija kod dijabetesa tipa 2 - poboljšanje mentalnih sposobnosti kod Alzheimerove i Parkinsonove bolesti - poboljšanje kognitivnih sposobnosti 	<ul style="list-style-type: none"> - kratkoročno povećanje krvnog tlaka - porast incidencije raka mokraćnog mjehura (kod oboljelih) <p>(Wilson i Temple, 2016)</p>
 <p>ČAJ <i>Camellia sinensis</i></p>	3 - 4	<ul style="list-style-type: none"> - smanjuje rizik od dijabetesa tipa 2 - smanjuje rizik od ateroskleroze - smanjuje LDL kolesterol kod hiperkolesterolemije 	<ul style="list-style-type: none"> - oštećenje jetre - povećani rizik od raka želuca - astma <p>(Wilson i Temple, 2016)</p>
 <p>GUARANA <i>Paullinia cupana</i></p>	4 - 8	<ul style="list-style-type: none"> - poboljšanje kognitivnih sposobnosti - potiče protok krvi u mozak - povećava izlučivanje serotonina - opuštanje glatkih mišića 	<ul style="list-style-type: none"> - povećanje krvnog tlaka - prolazna glavobolja <p>(Mattei i sur., 1998)</p>
 <p>KOLA <i>Cola nitida</i></p>	0,6 – 3	<ul style="list-style-type: none"> - olakšava tegobe izazvane glavoboljom i migrenama - ublažava dijareju 	<ul style="list-style-type: none"> - palpitacije - nesanica - prolazna glavobolja <p>(Jayeola, 2001)</p>

Kava je zimzelena grmolika biljka koja pripada porodici Rubiaceae i rodu *Coffea*. Uzgaja se u području vlažne i tople klime te zbog toga raste u ekvatorskom pojasu Azije, Afrike i Amerike. Uzgoj zahtijeva stalnu temperaturu između 15 i 25 stupnjeva celzijusa te vlažno tlo, a biljke mogu narasti do 10 m u visinu. Biljka kava obično se podrezuje na visinu od oko 3 metra kako bi se olakšala berba. Sorta *Coffea Arabica* je osjetljiva sorta i ne podnosi preveliku vrućinu i vlagu te raste na padinama zaštićenima od vjetrova, na nadmorskoj visini između 900 i 1200 m. Godišnje biljka proizvede 1,5-2 kg kave, a ta se vrijednost može premašiti samo na najsuvremenije opremljenim plantažama. Najveći proizvođač *Coffea Arabice* je Brazil, slijede Vijetnam, Kolumbija, Indonezija, Indija i Gvatemala. U svijetu se godišnje proizvede približno oko 9,5 milijuna tona zelene kave. Godine 2012. proizvedeno je više od 144 milijuna vreća kave, što je za 7,2 % više od količine proizvedene 2011. godine što ukazuje na izraziti trend povećanja proizvodnje. Od ukupne proizvodnje u 2012. godini, na *Robustu* se odnosi 41,2 %, a na arabicu 58 % proizvedene kave (International Coffee Organisation, London, 2013).

Čaj je proizvod pripravljen od obrađenog i osušenog lišća biljke čaja *Camellia sinensis* te je uz kavu među najpopularnijim toplim napicima današnjice. Biljka *Camellia sinensis* uzgaja se na plantažama, „oblikuje“ u obliku grma, a bere više puta godišnje. Konzumira se još od drevnih vremena, a smatra se da potječe iz Kine. U Europi se čaj najviše konzumira u sjevernim zemljama. U 18. stoljeću u Engleskoj je popularnost čaja nadvladala kavu, te je od tada postao nacionalnim napitkom. Prema stupnju fermentacije razlikujemo nekoliko vrsta čajeva: crni, zeleni, oolong, bijeli, Rooibos, biljne, voćne te aromatizirane čajeve (Jochmann i sur., 2008).

Guarana (lat. *Paullinia cupana*) je tropska biljka iz roda *Paullinia*, koji obuhvaća oko 80 biljnih vrsta koje rastu u području južne Amerike, točnije brazilskog bazena. Guarana uspijeva na vlažnim pješčanim tlima, slična je čokotu vinove loze i vrlo se lako zakorjenjuje tako da često zauzima velik prostor. Plod je malen, bobičast, krušolikog oblika crveno-smeđe boje, a u njegovoj sredini se nalazi crno sjeme, tako da dobiva izgled „oka“. Guarana sadrži i do 3 puta više kofeina nego kava, a stavljena u energetske napitke, polaganim otpuštanjem kofeina koji se nalazi u sastavu dodane biljke, produžuje njegovo djelovanje (Henman, 1982). Osim u energetske napitcima, guarana se koristi i u nacionalnom brazilskom napitku - Guarana soda, kojeg milijuni Brazilaca koriste kao pomoć u prevladavanju umora te se nalazi u mnogim dodacima prehrani za održavanje koncentracije.

Vrste roda *Cola* vazdazeleni su stabla visoka 10–15 m, karakteristična za zapadnu Afriku gdje uspijevaju zbog vlažne tropske klime, a mnogo se uzgajaju i na otocima Indijskog oceana. Rod *Cola* pripada porodici Sterculiaceae i obuhvaća preko 130 vrsta, od kojih je najpoznatija *Cola nitida* (Maleš i sur. 2017)., posebice zbog njezine primjene u industriji pića. Sivosmede su kore, a izgledom podsjećaju na kakaovac. Ovalni kožasti listovi smješteni su naizmjenično, pri vrhu se sužavaju, a nervatura im je vrlo izražena.. Plodovi su kožasti, 12–16 cm dugi zvjezdastog oblika i zelene boje, a u njima se nalaze vrlo velike crvenkaste ili bijele sjemenke. U svakom se pretincu uz sjemenke nalazi točno određen broj supki; vrsta *C. nitida* ima dvije, a vrsta *C. acuminata* 3–5 supki. Sjemenke su u Europi postale poznate u 16. stoljeću, a zanimanje za njih se povećalo 1865. godine. kada je u njima otkriven kofein (Schaffner i sur., 1999). Nakon tog otkrića ekstrakt kole je postao nezamjenjiv sastojak raznih osvježavajućih pića i tonika, pa tako i Coca Cola (Jayeola, 2001). Jedna litra ovog svjetski poznatog napitka sadrži oko 100 mg kofeina, dobivenog upravo iz ekstrakta kole (Kuštrak, 2005).

2.3. Energetski napitci

Počeci uporabe energetskih napitaka sežu u 1962. godinu kada je japanska farmaceutska tvrtka Taisho u prodaju pustila napitak Lipovitan D namijenjen povećanju budnosti kod radnika u noćnoj smjeni. Međutim prvi napitak koji je smatran energetskim bio je Gatorade namijenjen ragbi igračima Sveučilišta u Floridi sredinom šezdesetih godina prošlog stoljeća. Naziv je dobio prema imenu kluba - The Gators, a namijena mu je bila nadoknada tekućine i elektrolita kod igrača te povećanje učinkovitosti i izdržljivosti za vrijeme treninga i utakmica. No, Gatorade nije pravi energetski, nego više sportski napitak jer sadrži 6,0 % šećera i namijenjen je sportašima dok energetski napitci imaju više od 10% šećera i samim time ne smatraju se sportskim napitcima. Do šireg konzumiranja energetskog napitka došlo je osamdesetih godina prošlog stoljeća kada je plasiran najpoznatiji energetski napitak Red Bull. Na ideju je došao austrijski menadžer Dietrich Mateschitz tijekom putovanja u Aziju gdje je spoznao ulogu energetskih napitaka. U Aziji se susreo s napitkom "Krating Daeng" konzumiranjem kojeg su ljudi dugo ostajali budni i aktivni. Legenda kaže kako se uz pomoć tog pića s Tajlanda uspješno nosio s umorom izazvanim „jet legom“ . Napitak mu se svidao, a kako u prijevodu znači "crveni bik", Mateschitz je odmah shvatio kako naziv „Roter Stier“ na njemačkom jeziku, ne dolazi u obzir, pa se odmah i opredijelio za

engleski naziv „Red Bull“. Ubrzo je s dvojicom tajlandskih partnera plasirao Red Bull koji je danas vodeći energetska napitak u svijetu. (Žagar Petrović, 2015). Tako je primjerice prodajom Red Bull-a ostvarena dobit od 10,9 milijardi USD. U SAD-u uz Red Bull popularan je i Monster te su tako u prvoj polovici 2013. godini ta dva napitka zauzimala 43 % tržišne prodaje. Energetski napitci tijekom posljednjih godina postali su „pošast“ te se trenutno na tržištu nalazi više od 500 različitih marki. Nadalje, mnogi od vatrenih fanova tih napitaka su tinejdžeri i većina reklama namijenjena je upravo njima. Prema nedavnom istraživanju, skoro polovica tinejdžera (43%) probalo je napitak, a mnogi od njih ga redovito konzumiraju (Parker, 2008). Energetski napitci konzumiraju se četiri puta više nego gazirani napitci, unatoč visokoj cijeni i potencijalnim zdravstvenim rizicima (Caffeine Informer, 2014).

Izraz energetska napitci odnosi se na proizvode koji sadrže kofein kao aktivni sastojak što je popraćeno i navodima na samom pakiranju koji ističu povećanu energiju i budnost (McCuker i sur., 2006). Iako sam naziv upućuje na zaključak da se radi o napitcima koja sadrže energetska bogate tvari koje su izvor energije za organizam zapravo se radi o povećanoj količini šećera, kao izvoru energije dok je kofein aktivni sastojak koji djeluje stimulirajuće.

Energetski napitci, uz kofein, sadrže i druge metaboličke stimulanse kao što su taurin, L-karnitin, kreatin, glukuronolakton, vitamini iz skupine B-kompleksa i dr.(Attila i Cakir, 2011). Osim navedenog energetska napitci mogu imati još neke dodatke kao mineralne tvari i neke ekstrakte biljaka, osim guarane, kao što su yerba mate, akai, ginseg i ginko biloba. Također se u energetske napitke ponekad dodaju maltodekstrin i inozitol. Dodani sastojci, osobito oni prirodno prisutni, potiču bolje iskorištenje energije organizma ili utječu na poboljšanje same arome napitka. Konzumiranje energetskog napitka usporedivo je s konzumiranjem 1 šalice kave koja sadrži minimalno 80 mg kofeina i pije se uz dodatak šećera (Miller 2008).

2.3.1. Energetska napitci unutar zakonskih regulativa

Zakonska regulativa sastojaka energetskih napitaka je različita u raznim zemljama i uglavnom slabo regulirana. Budući da su poznati zdravstveni rizici konzumacije energetskih napitaka pojedine države već su zabranile prodaju energetskih napitaka. Kao dokaz ozbiljnosti štetnih učinaka energetskih napitaka, na temelju pokusa na štakorima, u Norveškoj, Francuskoj i Danskoj zabranjena je prodaja napitaka Red Bull te je u većini njemačkih

pokrajina zabranjena je prodaja istog zbog nalaza kokaina u tragovima. Australija, Urugvaj i Turska također su zabranile prodaju energetskih napitaka (Puljak, 2016).

U SAD-u postoji i ograničenje udjela kofeina u pićima i lijekovima pa tako za napitke ono iznosi 65 mg na 0,5 L napitka, a kod tableta 200 mg kofeina po jednoj tableti. Australija ima i stroža ograničenja, a u nekim dijelovima sjevernog Tajlanda kofein je zabranjen (Leotkai, 2012).

Vlade Švedske i Kanade izrazile su veliku zabrinutost oko konzumiranja energetskih napitaka. Navode nedovoljno podataka o učincima energetskih napitaka i njihovih mješavina s alkoholom (Howland i sur., 2010).

Godine 2014. Litva je donijela odluku o zabrani prodaje energetskih napitaka mladima od 18 godina, čime je napravila presedan unutar EU-a, a odluku je objasnila zdravstvenim razlozima. Dužnosnik litavskog Ministarstva zdravstva Almantas Kranauskas pojasnio je da konzumiranje energetskih napitaka može dovesti do ovisnosti i hiperaktivnosti uslijed velike koncentracije kofeina u njima. Dodao je da neki znanstvenici smatraju kako konzumiranje energetskog napitka mlade može potaknuti i na isprobavanje droge (Hina, 2014).

Evaluacija sastojaka energetskih napitaka i mišljenje Znanstvenog povjerenstva za hranu (SCF - Scientific Committee of food) bilo je objavljeno 1999. godine te nadopunjeno mišljenjem iz ožujka 2003. Nadopuna se odnosila na ulogu i količinu unosa taurina i glukuronolaktona. Premda u uobičajenoj, prihvatljivoj konzumaciji, navedene tvari ne predstavljaju zdravstveni problem Znanstveno povjerenstvo za hranu SCF zabrinuto je zbog mogućeg negativnog djelovanja taurina na mozak i glukuronolaktona na bubrege. Ipak, komisija je naglasila da se podaci koji se odnose na njihov dnevni unos trebaju kontinuirano prikupljati posebice vodeći računa o mlađoj populaciji (Katalenić, 2009). Zakonska regulativa, osim općih odredbi Zakona o hrani prema kojima hrana treba biti zdravstveno ispravna, za energetske napitke u Hrvatskoj ne postoji. Jedino se udjel kofeina viši od 150 mg L⁻¹ mora prema Pravilniku o općem deklariranju ili označavanju hrane (NN 55/11) označiti upozorenjem „visok sadržaj kofeina”. Sastojci kao taurin, mogu se dodavati u posebne vrste hrane što je određeno drugim propisima. Tako je taurin dopušten u hrani za dojenčad i malu djecu, u hrani za posebne prehrambene potrebe i u dodacima prehrani gdje su količine

posebno ograničene za malu djecu. Glukoronolakton nije naveden kao poseban sastojak koji se smije dodavati i nije ograničen količinom.

EFSA i Europska komisija ipak su odlučili da nema potrebe za buduće upite o sigurnosti energetske napitake sve dok su ista uređena na nivou nacionalnih zakonodavstava. Proizvođači energetske napitake složili su se s takvim stavom uz napomenu da su umjereno konzumiranje i oznake upozorenja, koje traži svaka zemlja posebno, dovoljne da upozore na štetne učinke energetske napitake na ljudsko zdravlje (Katalenić, 2009).

Iz svega do sada navedenog vidljivo je da je potrebno utvrditi kriterije i oznake energetske napitake kroz nacionalno zakonodavstvo, kao što su to učinile i neke druge zemlje u EU.

2.3.2. Učinak kofeina - energetske napitci

Glavni sastojak energetskog napitka, koji izaziva zabrinutost i polemike oko njegove konzumacije je upravo kofein. Nekoliko studija pokazalo je da „sigurna“ količina kofeina za većinu zdravih odraslih osoba iznosi otprilike 400 miligrama dnevno. Kofein je diuretik i može uzrokovati gubitak tekućine, a kod konzumiranja većih količina može stvoriti nervozu, mučninu, glavobolje i probleme sa snom. Usporedbe radi u šalici kave u prosjeku se nalazi oko 80 mg kofeina (može varirati od 72 do 175 mg) te kod većine ljudi više od 5 do 6 šalica kave dnevno može uzrokovati zdravstvene probleme. Stoga se može pretpostaviti da se isti obrazac primjenjuje i kod energetske napitake i da u jednom serviraju udjel kofeina varira između 72 i 150 mg, što i ne zvuči kao visoka doza. Međutim jedan od problema je da mnogi energetske napitci sadrže dvostruke ili trostruke količine istog, te se udjel kofeina penje i preko 300 mg, što je mnogo (Parker, 2008).

Smrtonosnom se smatra doza od 10 g, a toksičnost se javlja pri bitno manjim vrijednostima (5-15 limenki) te uključuje mučninu, anksioznost, glavobolje, napade panike, nemir, kardiovaskularne probleme, hipokalemiju i srčani zastoj te se upravo iz tog razloga potiču strože mjere kontrole označavanja i vidljivost nuspojava tijekom njihove konzumacije (Nawrot i sur., 2003).

Ciljana populacija energetske napitake su osobe ispod 30 godina starosti. Nešto starije populacije mogu konzumirati energetske napitke u ograničenim količinama uz preduvjet da nemaju zdravstvenih poteškoća. Koriste se u uvjetima kada je potrebno održati

budnost organizma duže vrijeme nego je to normalno i uobičajeno. Samim time podrazumijeva se da je njihova uporaba povremena, upravo radi štetnih učinaka koje može prouzročiti stanje stalne budnosti organizma. Na takvim napitcima mora se nalaziti i upozorenje :»Ne dopušta se konzumiranje osobama osjetljivim na kofein, oboljelim od šećerne bolesti, trudnicama i djeci, niti se smiju miješati s alkoholom«, kao i »visok sadržaj kofeina« ukoliko je sadržaj viši od 150 mg/L (HZJZ, 2013).

Kada uđe u tijelo kofein se razdvaja na tri različite, ali opet vrlo slične molekule – paraksantin (84%), teobromin (12%) i teofilin (4%). Svaki od ovih spojeva odrađuje svoj dio utjecaja na mozak. Kofein stvara pojačanu aktivnost mozga na način da blokira adenozijske receptore, što dovodi do ubrzanja neurona umjesto usporavanja. Osim toga, pojačava lučenja epinefrina, što posljedično pozitivno utječe na mentalne aktivnosti. Teobromin povećava protok kisika i hranjivih tvari u mozgu, teofilin povećava broj otkucaja srca i mogućnost koncentracije, a paraksantin sportski učinak. Zajedno ovi učinci osiguravaju stanje budnosti, ali previše kofeina nije preporučeno jer dovodi do osjećaja anksioznosti i nelagode. Kofein počinje djelovati nakon 15–30 minuta od unošenja u organizam. Djeluje 5-6 sati, a kod pojedinih osoba i nakon 10 sati. Izlučuje se iz organizma najviše putem mokraće (do 75%) (Semić Isaković, 2016).

Iako je 400 mg kofeina dnevno „sigurna“ količina za odrasle, to ne mora biti „sigurno“ za djecu i adolescente. Nadalje, kava je vruća i najčešće se ispija pomalo, dok su energetske napitke hladni i obično se ispijaju poprilično brzo. Najveći problem vezan uz kofein je taj što će on u svakom slučaju dehidrirati organizam, a ta dehidracija može biti ozbiljna, čak i smrtonosna. Ljudi počinju osjećati žeđ nakon što popiju nekoliko energetskih napitaka (prvi znak dehidracije) te oni piju sve više kako bi eliminirali žeđ što zapravo pojačava dehidrirano stanje organizma. Kao dodatak svemu, kofein izaziva ovisnost, pa što se više konzumira, potrebno ga je sve više i više kako bi se održalo „pobuđeno“ stanje organizma (Parker, 2008).

Breda i suradnici (2014) iz Regionalnog ureda Svjetske zdravstvene organizacije, nakon pregleda znanstvenih članaka o zdravstvenim rizicima, posljedicama i mjerama vezanima uz potrošnju energetskih napitaka, istaknuli su da je opravdana iznimna zabrinutost u znanstvenoj zajednici i javnosti u vezi s mogućim štetnim učincima povećane potrošnje energetskih napitaka. U drugom istraživanju autora Breda i suradnika (2015), prema objedinjenim podacima EFSA-e (Europska komisija za sigurnost hrane) za 16 zemalja

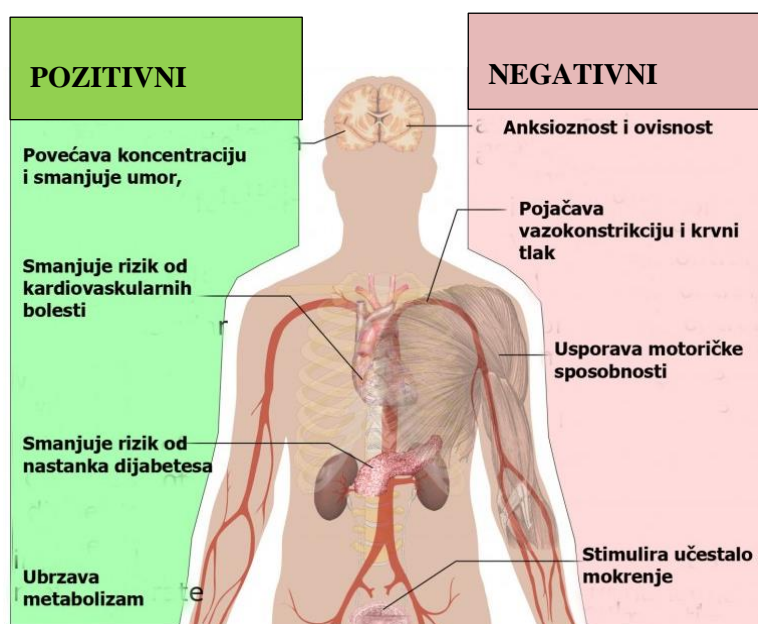
Europske unije pokazalo se da 68 % adolescenata (10-18 godina starosti), 30 % odraslih i 18 % djece (ispod 10 godina) konzumiraju energetske napitke. Među adolescentima u Grčkoj ih konzumira 48 %, a u Češkoj Republici 82 %, dok među djecom u Mađarskoj njih 6 %, a u Češkoj Republici čak 40 %. S obzirom na ove zabrinjavajuće brojke vidljivo je da je potrebna veća edukacija, posebice mlađe populacije, o sastavu i potencijalnim rizicima takvih proizvoda.

Istraživanje koje je provodio Seifert i suradnici (2011) u SAD-u, pokazalo je da adolescenti u prosjeku unose 60-70 mg kofeina na dan, a neki čak i do 800 mg dnevno. Čak 28 % od 12- do 14-godišnjaka, 31 % od 12- do 17-godišnjaka te 34 % od 18- do 24-godišnjaka, izjasnilo se da redovito konzumiraju energetske napitke. U Njemačkoj 94 % adolescenata konzumiralo je energetske napitke, 53 % ih je probalo, 23 % konzumira manje od 1 limenke tjedno, a 3 % konzumira 3-7 limenki dnevno. Među 10-13-godišnjacima, 31 % djevojaka i 50 % mladića probalo je energetske napitke, a 5 % djevojčica i 23 % dječaka izjasnilo se da redovito pije, ali manje od jednog napitka tjedno. Većina djece obuhvaćenih istraživanjem konzumira energetske napitke u umjerenim količinama, dok mala skupina konzumira ekstremne količine (Seifert i sur., 2011). U istom istraživanju analizom anketa 496 studenata pokazalo se da 51% ispitanika redovito konzumira više od jednog energetskog napitka mjesečno. Većina njih redovito pije energetske napitke nekoliko puta tjedno radi manjka sna (67%) i želje za povećanjem energije (65%). U ovom istraživanju, 54% ispitanika miješa energetske napitke s alkoholom, a 49 % pije više od 3 limenke na zabavama.

Druga studija, objavljena od istih autora 2011. godine kojom je obuhvaćeno 795 studenata, otkriva da 39 % ispitanika konzumira prosječno 1 energetske napitke u 2,5 dana. Istraživanje je obuhvatilo i djecu Novog Zelanda (dob 5-12 godina starosti), tinejdžere (13-19 godine starosti) i mladiće (19-24 godina starosti) te su otkriveni zastrašujući rezultati. Naime, čak 70 % djece i 40 % tinejdžera koji su konzumirali kofein prešli su razinu štetnog učinka od 3 mgkg⁻¹ tjelesne mase dnevno (Seifert i sur., 2011).

Smith i suradnici (2005) istraživali su sinergijsko djelovanje sastojaka u energetskim napitcima na živčani sustav. Otkrili su pojavu iznimne euforije, a zatim i potpune depresije. Definirali su i pojavu moderne ovisnosti koja nastaje kao posljedica konzumiranja ovih napitaka.

Studija sa Sveučilišta u Miamiu (2011) otkrila je da napitci s visokim udjelom kofeina uzrokuju napadaje, moždane udare i iznenadnu smrt kod djece, pri čemu su najviše izložena ona s dijabetesom ili poremećajima u ponašanju. „Energetski napitci nemaju terapijske koristi i mnogi sastojci nisu provjereni i regulirani. Liječnici bi trebali upoznati roditelje i djecu s opasnostima tih napitaka (slika 1.). Mnogi mladi ljudi ne znaju što je u njima, a njihove kombinacije mogu imati velike posljedice, čak i smrtonosne“, ističe koautor studije Steven Lipshultz (Seifert i sur., 2011).



Slika 2. Pozitivni i negativni učinci kofeina po zdravlje (Semić Isaković, 2016).

2.4. Učinak kofeina u sportskoj izvedbi

Do modernih Olimpijskih igara 1896. godine, cijeli je niz doping sredstava već bio u uporabi, a prednjačili su biciklisti koji su najviše koristili strihnin, kofein, kokain i alkohol. Prvi dokumentirani slučaj dopinga u novijoj povijesti dogodio se 1865. godine kada su nizozemski plivači koristili stimulanse – od kofeina do strihnina (Zekić, 2012).

Sportaši često posežu za kofeinom u svrhu postizanja boljih rezultata. Od 2004. godine, kofein se ne nalazi na popisu Svjetske antidoping agencije, zbog čega je uporaba kofeina kod sportaša povećana. Graham (2001) navodi kako kofein može dovesti do poboljšanja sportske izvedbe, ali njegov utjecaj varira od osobe do osobe.

Osim na trening s opterećenjem, kofein može imati pozitivne efekte na aerobne aktivnosti. Wiles i suradnici (1992) ispitivali su utjecaj unosa 150-200 mg kofeina prije utrke na 1500 metara i pokazalo se da unos kofeina smanjuje vrijeme koje je potrebno za završetak utrke s 4,50 na 4,46 minuta.

Također meta analiza Dohertya i suradnika (2005) pokazala je da unos kofeina može utjecati na smanjenje subjektivnog osjećaja opterećenja u prosjeku za 5 - 6 %, ali i poboljšava izvedbu za 11,2 % u aktivnostima poput trčanja i vožnje bicikla. Budući da je jedan od najčešćih stimulansa u sportu ispitivalo se kako bi se kofein trebao koristiti da bi se dobili najbolji rezultati u sportskim performansama. Istraživanje je provedeno u nekoliko sportova i zaključeno je da čak i male doze kofeina ($1,5 \text{ mg kg}^{-1}$) mogu poboljšati performanse. Za vježbe izdržljivosti, pokazalo se da kofein poboljšava sposobnost sportaša da vježba u dužem vremenskom periodu. U intenzivnim sportovima, kao što su plivanje ili veslanje, u periodima između 1 i 60 minuta, performanse se također poboljšavaju upotrebom kofeina. Iako su timski sportovi bili teži za provođenje testiranja, vjeruje se da kofein pomaže kada je zamor ograničavajući faktor. Čak i u sportovima zasnovanim na snazi, postoje prednosti upotrebe kofeina, ali samo ako postoji i komponenta izdržljivosti (Bonar, 2014).

Međutim Međunarodni olimpijski odbor tretira kofein kao uvjetnu drogu, tj. limitira nalaz u mokraći natjecatelja. Koncentracija od 12 mg L^{-1} je prihvatljiva, ali sve iznad toga se tretira kao doping. Oko 8 šalica jake kave može „natjerati“ nalaz u mokraći na čak 1000 mg L^{-1} (Lauš, 2009).

Dodaci prehrani bazirani na kofeinu i kreatinu najčešće su konzumirani proizvodi od strane nogometaša (Lara i sur., 2014). Dodaci prehrani s kofeinom povećavaju sportsku izvedbu skoka u vis, mogućnost izvedbe ponavljajućih vježbi, puno ubrzanje trčanja tijekom simulacije visokog intenziteta (Del Coso i sur., 2012) i kognitivnih funkcija kada se konzumiraju u umjerenim dozama (Lara i sur., 2014). Kofein, naizgled bezopasan stimulans, može dovesti do ozbiljnih trovanja, ponekad čak i sa latentnim ishodom, zbog čega se savjetuje oprezno korištenje ovih preparata (Đorđević i sur., 2015). EFSA je 2009. godine izdala priopćenje da 400 mg kofeina, neovisno o izvoru, predstavlja „sigurnu“ dozu i ne izaziva zabrinutost kod potrošača (Ivy i sur., 2009).

Spriet (2014) navodi da visok udjel kofeina može imati negativne učinke, kao što su gastrointestinalne smetnje, nervoza, mentalne konfuzije, nemogućnost fokusiranja i

poremećaji spavanja, dok Kinugawa i suradnici (2011) dodaju još i tahikardiju, tešku hipertenziju, aritmiju, pa čak i smrt.

Dakle, kofein može uzrokovati nepopravljivu štetu po zdravlje ili negativno utjecati na performanse sportaša (Gurley i sur., 2015). S druge strane, niske doze kofeina mogu biti neučinkovite u povećanju izvedbe vježbanja za nogometaše (Graham i Spriet, 1995).

Vrhunski sportaši, izvrgnuti zahtjevima sve bržeg ritma i sve većeg intenziteta tjelesnih napora, imaju sve manje vremena za oporavak organizma. Naporni treninzi pokreću fiziološki mehanizam obrane poznat kao iscrpljenost ili mišićni umor. Sportaši u tom stadiju pribjegavaju nadoknadi iscrpljenih energetske zaliha konzumiranjem visokoenergetskih napitaka. Tu se nalazi najčešća zabluda o postojanju “čarobnog napitka” koji brzo i potpuno može vratiti snagu mišića oslabljenu napornim vježbanjem. Energetski napitci mogu donekle ubrzati oporavak, ali svaki sportaš mora znati svoje granice i sportske mogućnosti te u skladu s tim znati izabrati sport koji mu najviše odgovara (Legović i sur., 2007).

Puljak (2016) navodi kako za rehidraciju tj. nadoknadu tjelesne tekućine izgubljene znojenjem, nakon napora i sportskih aktivnosti treba uzimati vodu ili sportske napitke. Naime, sportski napitci nadomještaju elektrolite koji se gube prilikom znojenja pod tjelesnom aktivnošću budući da elektroliti održavaju omjer kalija i soli u organizmu, dok energetski napitci sadrže uglavnom šećer koji se brzo pretvara u glukozu te se organizam dovodi u stanje ubrzanog povećanja energije i pola sata kasnije ubrzanog pada iste te se nikako ne preporučuje upotreba energetskih napitaka zbog opasnosti od pogoršanja dehidracije i povišenja krvnog tlaka, kao i visokog unosa šećera.

Treneri, voditelji sportskih aktivnosti i ustanove za provođenje sporta trebali bi aktivno sudjelovati u poduci i pružanju informacija o škodljivosti energetskih napitaka po zdravlje. Djeca i adolescenti ne bi nikako smjela piti energetske napitke, a sportske napitke možda u vrlo ograničenim količinama. Povećano uzimanje energetskih napitaka u djetinjstvu pogoduje nastanku pretilosti i stvaranju karijesa. Primjenu sportskih napitaka treba ograničiti samo za povremenu primjenu osoba koje se aktivno bave sportom za brzu nadoknadu ugljikohidrata i elektrolita uz uzimanje vode (Puljak, 2016).

Veliki problem konzumacije energetskih napitaka proizlazi iz činjenice da se na proizvodima često ne označava točan udjel navedenih aktivnih sastojaka, posebice kofeina, čime se ugrožava sigurno korištenje i učinkovitost istih (Inacio i sur., 2016).

2.5. Suplementi među adolescentima

Istraživanja konzumiranja suplemenata (Kovar, 1985), procijenila su da 40 % ljudi uzima nutritivne suplemente te da su djeca u dobi od 1-5 godina najveći konzumenti istih. Studija je pokazala kako je najveći broj suplemenata kombinacija vitaminsko - mineralnih dodataka koje koristi 46% konzumenata.

Istraživanje O'Dea (2003) čiji je cilj bio dobivanje kvalitativnih podataka o vrsti prehrambenih dodataka i napitaka koja konzumiraju adolescenti, kao i razlozima njihove potrošnje, doveli su do zanimljivih podataka. Istraživanje je provedeno na 78 adolescenata u dobnoj skupini od 11-18 godina. Sudionici su iznijeli podatke o konzumiranju sportskih napitaka, vitamina i mineralnih dodataka, energetske napitake, biljnih dodataka, guarane, kreatina i koenzima Q10. Kao razloge konzumiranja adolescenti navode kratkoročne zdravstvene prednosti, prevenciju bolesti, poboljšani imunitet, okus, povećanje energije i bolji sportski učinak. Rezultati sugeriraju da neki adolescenti konzumiraju prehrambene dodatke, sportske i energetske napitke zbog njihove percipirane fiziološke koristi i da možda nisu svjesni bilo kakvih potencijalnih rizika. Stoga bi se kroz programe zdravstvenog odgoja trebalo više pažnje posvetiti i tom aspektu percepcije i motivacije mladih ljudi u planiranju određenih aktivnosti, kao i edukaciji o potencijalnim rizicima pojedinih aktivnosti (O'Dea, 2003).

Europarlamentarka Biljana Borzan s britanskim europarlamentarkama Glenis Wilmott i Catherine Stihler pokrenula je radnu skupinu Europskog parlamenta koja će se baviti ovim pitanjem. Održana je inicijalna radionica na kojoj su bili predstavnici udruga potrošača, javnozdravstveni stručnjaci i predstavnici građanske inicijative „Energy drinks & kids don't mix" iz Velike Britanije. Borzan je navela da je veza između djece i konzumacije energetske napitake problematična i u porastu, što je zabrinjavajuće iz nekoliko razloga. Kao prvo navodi se unos velike količine šećera što negativno utječe na ionako značajan problem pretilosti u Europi, a tu je svakako i unos kofeina, čiji utjecaj na razvoj djece tek treba istražiti. Nadalje, navodi se da se konzumiranjem energetske napitake utječe na formiranje okusa kod djece, odnosno navikavaju se na izuzetno slatke napitke, a veliki problem predstavlja i miješanje alkoholnih i energetske napitake, koje je posebice popularno među tinejdžerima (Borzan, 2016).

Europska agencija za sigurnost hrane (EFSA) 2013. godine provela je istraživanje o uzorcima konzumacije energetske napitaka. Među djecom mlađom od 12 godina koji su redoviti konzumenti, njih 60 % ih pije jer im se sviđa okus, dakle piju ih radi šećera, a 40 % njih reklo da ih konzumira jer im treba energije (Borzan, 2016).

Sportaši uzimaju suplemente kako bi ostvarili uspjeh veći od njihovih stvarnih mogućnosti. Razlog zbog kojeg se suplementi uzimaju je mogućnost napornijeg treniranja, poboljšanje izvedbe i ubrzanje oporavka (Maughan i sur., 2004). Literatura upućuje na činjenicu da je korištenje suplemenata široko rasprostranjeno među mladim sportašima (Braun i sur., 2009), a to posebno pogađa profesionalne sportaše. Prevalencija uzimanja suplemenata iznosi 48 %, ovisno o dobi, spolu i vrsti sporta (Petroczi i sur., 2008). Studije koje su se bavile ovom tematikom pokazale su da se kao suplement najčešće uzima kombinacija vitamina i mineralnih tvari koju konzumira oko 46 % sportaša. Kao suplemente koji se najčešće koriste navode se biljni preparati, preparati na bazi željeza, aminokiselina i kreatina. U istraživanju koje su proveli Diehl i suradnici (2012) sportaši su najmanje jednom na mjesec konzumirali magnezij, dekstrozu, energetske napitke, vitamin C i kalcij, a svaki dan su uzimali magnezij, vitamin C, željezo, kalcij i energetske napitke što je rezultiralo prekomjernim unosom i u nekim slučajevima alergiskim reakcijama te je zaključeno kako se sportaši moraju dodatno obrazovati o učincima suplemenata i adekvatnim dozama jer su dodaci prehrani samo dodaci, a ne zamjena za adekvatnu prehranu.

2.6. Trend miješanja energetske napitaka i alkohola

Tijekom posljednjeg desetljeća konzumacija energetske napitaka, posebica njihova kombinacija s alkoholom, dramatično se povećala, prvenstveno među mlađom populacijom (Franklin i sur., 2013). Energetski napitci smatraju se najpopularnijim suplementima, uz multivitamine, među američkim adolescentima, kao i najpopularnijima među britanskim atletičarima u svrhu povećanja mentalnih funkcija i budnosti (Campbell i sur., 2013).

Izješće iz 2011. godine potvrdilo je da se u SAD-u trend miješanja alkohola s energetskim napitcima povećao za 10 puta u periodu od pet godina (Marczinski i sur., 2013).

Ova kombinacija napitaka smanjuje percepciju pijanstva i pospješuje veću potrošnju energetskog napitka nego kada se konzumira bez alkohola. Također od 19 nesretnih slučajeva koji su zabilježeni zbog konzumacije energetskog napitka, od kojih je 9 smrtnih, većina ih je

bila potpomognuta konzumacijom energetskog napitka i alkohola te je za posljedicu imala kobne kardiovaskularne probleme (Goldfarb i sur., 2014).

Muškarci bolje podnose alkohol nego žene, ali isto ne vrijedi i za kofein. Neki su ljudi osjetljivi čak i na malu količinu kofeina prisutnu u dekofeiniziranoj kavi, dok neki bez problema podnese velike količine. Teško je predvidjeti koliko kofeina netko može podnijeti, čak i kad se uzmu u obzir dob, spol i tjelesna masa. Novija istraživanja pokazuju da genetski faktor ima vrlo veliku ulogu u reakciji tijela na kofein, ali i kontracepcijske pilule i pušenje. Tako hormonalna kontracepcija usporava metabolizam kofeina pa je učinak intenzivniji, a pušači metaboliziraju kofein dvostruko brže. Opća je preporuka za maksimalan unos kofeina od 400 mg dnevno, dok je za trudnice granica 300 mg. Slično kao i kod konzumiranja alkohola, onima koji piju puno kave potrebne su sve veće količine za jednaki učinak (Vranešić Bender, 2008).

U istraživanju Marczinski i suradnika (2011) sudjelovalo je 56 studenata starosne dobi između 21 i 33 godine koji su bili podijeljeni u četiri grupe: jedna grupa pila je alkohol, druga grupa pila je energetski napitak, treća grupa kombinirala je alkohol s energetskim napitkom, i posljednja grupa je pila placebo napitak. Istraživači su zatim analizirali ponašanje sudionika istraživanja prateći brzinu određenih radnji nakon konzumiranja ovih napitaka. Sudionici su također bilježili svoje osjećaje impulzivnosti tijekom konzumacije. Studija je kreirana da pokaže da se kombinirana konzumacija alkohola i energetskog napitka farmakološki razlikuje od konzumacije samog alkohola i da povećava rizik za zdravlje. Iako studija nije pokazala razlike u nivou oštećenja kod ljudi koji su pili kombinaciju alkohola i energetskog napitka, u odnosu na one koji su pili samo alkohol, pokazala je povećani osjećaj stimulacije kod ispitanika koji su pili kombinaciju alkohola i energetskog napitka, sugerirajući njihov povećani rizik po zdravlje. Otkrili su da prisutstvo energetskog napitka mijenja uobičajenu reakciju alkohola kod konzumenta, u odnosu na konzumente koji piju samo alkohol. Konzumenti kombinacije alkohola i energetskog napitka više su stimulirani u odnosu na one koji piju samo alkohol. Dakle, potrošnja energetskih napitaka u kombinaciji s alkoholom predstavljaju rizičan scenarij za konzumente zbog povećanog stimulirajućeg učinka i visokog nivoa impulzivnosti (Marczinski i sur., 2011).

Također se izjasnio i Hrvatsko zavod za javno zdravstvo o konzumaciji alkohola i energetskih napitaka te je naveo sljedeće opasnosti (HZJZ, 2013):

1. Dok je energetska napitak stimulans, alkohol djeluje umirujuće, uspavljujuće za većinu ljudi. Stimulirajući učinak može prekriti učinak alkohola tako da čovjek koji miješa alkohol i energetska napitak ne može na vrijeme uočiti koliko je popio alkohola. Umor koji bi se javio nakon povećane količine popijenog alkohola bio bi znak da je granica tolerancije organizma prijeđena i da bi trebalo prestati s konzumiranjem alkohola.
2. Stimulirajući učinak energetskog napitka ne daje pravi uvid u stanje organizma iako je količina alkohola u krvi jednaka onoj koja bi bez konzumiranja energetskog napitka pokazivala pripito stanje. Kada stimulirajući učinak energetskog napitka nestane, djelovanje alkohola dolazi naglo do izražaja sa svim negativnim posljedicama, kao što je vrtoglavica, povraćanje, pospanost kao i kombinacija navedenoga.
3. Alkoholni napitci i energetska napitak uzrokuju dehidraciju (jer je kofein diuretik, kao i alkohol). Dehidracija može spriječiti organizam da metabolizira alkohol te može povećati toksični učinak alkohola, produžiti djelovanje i na dan poslije pijenja navedene kombinacije. Osim što to šteti organizmu, smanjuje radnu sposobnost, ometa normalan obiteljski život, a ako slučajno korisnik vozi neko prometno sredstvo, mogućnost nesreće je vrlo izvjesna.

U zadnje vrijeme na tržištu EU se pojavljuju alkoholni napitci s manjom ili većom količinom kofeina ili guarane, uz silnu želju proizvođača da se stave u promet. Kako je negativno djelovanje kod ovih pića potencirano u kombinaciji s alkoholom, smatra se da je rizik za zdravlje ljudi nepotrebno povećan. Nova istraživanja u SAD-u, objavljena u studenom 2013. g., povezuju konzumiranje energetskih napitaka i zdravstvenih poteškoća koje završavaju i smrtnim ishodom (HZJZ, 2013).

Miješanje energetskih napitaka s alkoholom osobi daje osjećaj da nije opijena, iako u stvarnosti jeste i ne može obavljati uobičajene testove sposobnosti nimalo bolje od osobe koja je pila samo alkohol. Nadalje, zato što se ne osjeća opijenom, osoba smatra da može više piti i obično to i radi te može završiti jednako pijana bez da je toga svjesna (Parker, 2008).

Istraživanje provedeno od strane Reisa i suradnika (2017) vezano za promjenu tjelesne mase i relativne mase kod štakora izloženih energetskim napitcima i kombinaciji energetskih napitaka i etanola, pokazalo je kako nisu zabilježene značajne razlike u tjelesnoj masi ni relativnoj masi mozga i jetre kod štakora nakon 14 dana oralne konzumacije samo energetskih napitaka i konzumacije energetskih napitaka s etanolom.

3. EKSPERIMENTALNI DIO

3.1. Materijal

3.1.1. Uzorci

U ovom radu određivan je udjel kofeina primjenom tekućinske kromatografije visoke djelotvornosti (HPLC) u 15 energetskih napitaka (tablica 2.), kupljenih u supermarketima grada Zagreba i specijaliziranim trgovinama za sportaše u 2017. godini.

Tablica 2. Uzorci energetskih napitaka

	KATEGORIJA PROIZVODA	VOLUMEN (mL)	ENERGETSKA VRIJEDNOST (kcal/100mL)	UGLJIKOHI- DRATI (g/100 mL)	KOFEIN (mg/100 mL)	L - KARNITIN (mg/100 mL)	TAURIN (g/100 mL)
1. A	napitak, dodatak prehrani sa sladilima	25	33	5,9	800	/	/
2. B	napitak, dodatak prehrani sa sladilima	60	0	0	133,3	/	2275
3. C	osvježavajući napitak sa sladilima, sadrži visok udjel kofeina	500	19	5	30	/	/
4. D	osvježavajući napitak s kofeinom i guaranom	700	0	0	21,3	57,1	/
5. E	energetski napitak	250	46	11	32	/	400
6. F	energetski napitak	250	45	10	32	/	/
7. G	energetski napitak	500	45	11	32	4	400
8. H	energetski napitak	250	47	11,3	32	/	400
9. I	energetski napitak	250	62	15	32	/	400
10. J	energetski napitak	250	45	11	32	/	400
11. K	energetski napitak	250	44	11	/	/	/
12. L	energetski napitak	250	49	11	32	/	400
13. M	energetski napitak	250	44	10,1	30	/	/
14. N	energetski napitak	250	47,4	11,1	32	/	400
15. O	energetski napitak	250	46	10,9	38,4	/	/

3.2. Metode rada

3.2.1. Anketa

Prema dostupnim podacima prodaja energetskih napitaka koja sadrže kofein u proteklih nekoliko godine se povećala. Iako je podatak o učestalosti konzumacije energetskih napitaka kod sportaša nepoznat, među sportašima studentima gotovo njih 45 % prijavljuje konzumaciju istog (Rosenbloom, 2014). Stoga su kao uvod u istraživanje poslužili rezultati ankete provedene među ispitanicima (rekreativcima) u teretanama grada Zagreba u razdoblju od 1. siječnja do 1. travnja 2017. godine, s ciljem da se dobije uvid u učestalost konzumacije energetskih napitaka i sklonost trendovima na tom području. Anketa (slika 3.) je bila anonimna i ni na koji način se nije utjecalo na anketirane osobe.

Poštovani,
za potrebe svoga diplomskog rada na Prehrambeno-biotehnološkom fakultetu Sveučilišta u Zagrebu, pod mentorstvom prof. dr. sc. Draženke Komes, provodim istraživanje vezano uz energetske napitke, a dio istoga je i ova anketa.

Istraživanje je u potpunosti anonimno, a podaci će se koristiti isključivo u znanstvene svrhe.

Ana Lana Ivančić, univ. bacc. nutr.

1. Spol M Ž

2. Dob

- a) 18-25 godina
- b) 25-30 godina
- c) 30-35 godina
- d) 35-45 godina
- e) 45-55 godina
- f) više od 55 godina

3. Stupanj obrazovanja

- a) osnovna škola
- b) srednja škola
- c) prvostupnik
- d) magistar znanosti
- e) doktor znanosti

4. Status

- a) student
- b) nezaposlen
- c) zaposlen
- d) umirovljenik

5. Koliko često konzumirate energetske napitke ?

- a) svaki dan
- b) 3-5 puta tjedno
- c) 1-3 puta tjedno
- d) 3-5 puta mjesečno
- e) 1-3 puta mjesečno
- f) ne konzumiram

6. Sukladno učestalosti konzumacije energetskeg napitka koja je to količina u jednom konzumiranju?

- a) manje od 0,25 L
- b) 0,25 L
- c) 0,5 L
- d) više od 0,5 L

7. Koje energetske napitke preferirate (navesti naziv proizvoda)?

8. Koji je Vaš razlog konzumacije energetskeg napitka?

- a) poboljšanje tjelesne izdržljivosti
- b) poboljšanje efikasnosti sportske izvedbe
- c) eliminacija otpadnih tvari iz organizma
- e) održavanje budnosti
- f) povećavanje mentalnih i kognitivnih sposobnosti
- g) sviđa mi se okus kombinacije energetskeg napitka i alkohola

9. Čitate li deklaraciju prilikom kupovine energetskeg napitka

- a) da
- b) ne

Slika 3. Primjer ankete

10. Koji podatak na deklaraciji Vas najviše zanima prilikom kupovine napitka?

- a) energetska vrijednost
 - b) šećeri
 - c) L-karnitin
 - d) kofein
 - e) taurin
 - f) drugo
-

11.) Jeste li upoznati sa štetnim učincima visokog unosa kofeina konzumacijom energetskog napitka i koji su to učinci?

12.) Koju količinu dnevnog unosa kofeina smatrate štetnom?

- a) 50 mg
- b) 100 mg
- c) 200 mg
- d) 300 mg
- e) 500 mg
- f) 1000 mg
- g) ne znam

13.) Putem kojeg kanala ste se informirali o prednostima/pozitivnim učincima energetskog napitka kojeg konzumirate?

- a) mediji
- b) osobni fitness trener
- c) zdravstvena ustanova
- e) drugo

14.) Smatrate li da su energetske napitci istovremeno i sportski napitci?

- a) Da
- b) Ne

15.) Koliko šećera sadrže energetske napitci?

- a) manje od 5 %
- b) 5-10 %
- c) više od 10 %
- d) ne znam

16.) Da li miješate energetske napitke s alkoholom?

- a) da
- b) ne
- c) ponekad

17.) Koja je definicija energetskog napitka?

- a) osvježavajuće bezalkoholno piće koje, uz druge sastojke (vitamini, minerali, taurin, inozitol i dr.), sadrži kofein kao glavni aktivni sastojak
- b) osvježavajuće bezalkoholno piće koja zbog svog sastava ima blagotvorno djelovanje na ljudski organizam
- c) osvježavajuće bezalkoholno piće koje zbog svog sastava nije namijenjeno trudnicama, djeci i oboljelima od šećerne bolesti
- d) osvježavajuće bezalkoholno piće sa smanjenim udjelom šećera u odnosu na voćne sokove
- e) ne znam

HVALA NA SURADNJI!

Slika 3. Primjer ankete (nastavak)

3.2.2. Određivanje udjela kofeina u energetskim napitcima primjenom tekućinske kromatografije visoke djelotvornosti (HPLC)

Priprema uzoraka:

Uzorci energetskih napitaka odzračeni su radi uklanjanja mjehurića zraka 15 minuta na ultrazvučnoj kupelji i nakon toga razrijeđeni vodom u omjeru 1:10, uz iznimku uzorka A koji je razrijeđen 20 puta radi visokog udjela kofeina. Nakon toga svi uzorci su profiltrirani kroz odgovarajuće mikrofiltere prije injektiranja. U kromatografski sustav injektirano je 10 µL profiltriranog uzorka te je provedena analiza prema dolje navedenim uvjetima.

Postupak rada :

Analiza pojedinačnih polifenolnih spojeva provedena je kromatografijom obrnutih faza na ACE Excel SuperC18 (250 x 4,6 mm, 5µm) koloni (nepolarna stacionarna faza) na temelju različitosti u polarnosti pojedinih komponenata eluacijom polarnim otapalima (Belščak-Cvitanović i sur., 2012).

Mobilna faza: A – 0,1% o-fosforna kiselina u vodi

B– 0,1% o-fosforna kiselina u metanolu

Protok: 1 mL min⁻¹

Eluiranje: gradijentno

Detekcija: UV/VIS Photo Diode Array ($\lambda=278$ nm)

Temperatura kolone: sobna

Vrijeme trajanja analize: 30 min (+ 5 min Post Time)

Tablica 3. Gradijent otapala za HPLC analizu polifenolnih spojeva

t (min)	OTAPALO A (%)	OTAPALO B (%)	PROTOK (mL min ⁻¹)
0	90	10	1.0
30	0	100	1.0

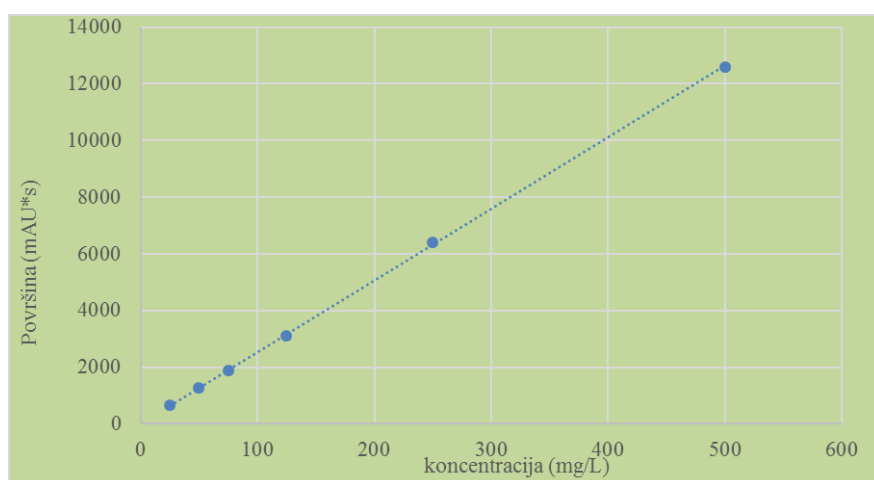
Identifikacija i kvantifikacija detektiranih spojeva:

Detekcija kofeina provedena je snimanjem eluata na valnoj duljini 278 nm (UV područje) pomoću Photo Diode Array (PDA) detektora uz rezoluciju 1,2 nm pri čemu su dobiveni karakteristični kromatogrami uzoraka. Identifikacija spoja dobivenog

kromatogramima provedena je usporedbom vremena zadržavanja (R_t) izdvojenih pikova na kromatogramima s vremenima zadržavanja vanjskih standarda te usporedbom s UV-spektrima standarda (oblik spektra i apsorpcijski maksimumi).

U svrhu izrade baždarne krivulje za kvantitativno određivanje kofeina pripremljene su otopine kofeina u vodi u različitim koncentracijama od 25 mg L^{-1} do 500 mg L^{-1} te je prema dobivenim rezultatima kreirana baždarna krivulja (slika 4.) te je dobivena sljedeća jednadžba :

$$y = 25,248x + 8,4955$$



Slika 4. Baždarna krivulja kofeina

HPLC analiza provedena je u dvije paralelne probe, a rezultati su izraženi kao mg/L uzorka te su prikazani kao srednja vrijednost s pripadajućom standardnom devijacijom. Za prikupljanje i obradu podataka dobivenih HPLC analizom korištena je aplikacija Star Chromatography Workstation Version 5, dok je obrada rezultata napravljena pomoću programa Microsoft Office Excel.

3.2.3. Kemikalije korištene pri HPLC analizi

Sve korištene kemikalije bile su visoke analitičke (p. a.) ili HPLC čistoće.

- Redestilirana voda, AQUA pro injectione (Zagreb, Hrvatska)
- o-fosforna kiselina, Kemika (Zagreb, Hrvatska)
- Metanol, Mallinckrodt Baker B.V. (Deventer, Nizozemska)

3.2.4. Aparatura i pribor

Standardno laboratorijsko stakleno i plastično posuđe volumena 0-100 mL (čaše, odmjerne tikvice, pipete, kivete), lijevci, epruvete i štapići za miješanje. Za dodavanje malih i preciznih volumena korištene su automatske mikropipete od 20-1000 µl.

HPLC analiza

- Celulozno-acetatni mikrofilteri veličine pora 0,45 µm (CA-45/25), Machery-Nagel (Düren, Njemačka)
- HPLC vijale s pripadajućim navojnim čepovima sa septom, Agilent Technologies (Kalifornija, SAD)
- HPLC-PDA sustav Agilent 1200 Series (tekućinski kromatograf visoke učinkovitosti s PDA („Photo Diode Array“) detekcijom), Agilent Technologies (Kalifornija, SAD)
- HPLC kolona Zorbax Extended C-18 (250 x 4.6 mm, 5µm), Agilent Technologies (Kalifornija, SAD)

4. REZULTATI I RASPRAVA

4.1. Anketa

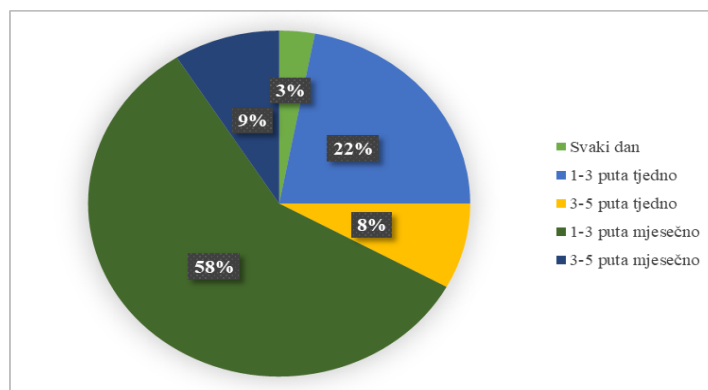
Kako bi se dobio uvid u učestalost konzumacije energetske napitke među rekreativcima grada Zagreba, provedena je anketa na mješovitoj populaciji od 135 ispitanika u dobi od 18 do 45 godina.

Provedenom anketom među 135 ispitanika (61 muškarac i 74 žene), 68 ispitanika se izjasnilo da ne konzumira energetske napitke dok njih 67 konzumira, te su rezultati prikazani za tih 67 ispitanika rekreativaca.

Uvidom u rezultate pokazalo se da energetske napitke najčešće konzumira populacija starosti od 18 do 25 godina, njih 54 %, što potvrđuje prethodno istraživanje Mitchell i suradnika (2014) koje je pokazalo kako su najveći konzumenati energetske napitke u SAD-u upravo adolescenti (13-17 godina) i mlađa populacija (18-24 godine).

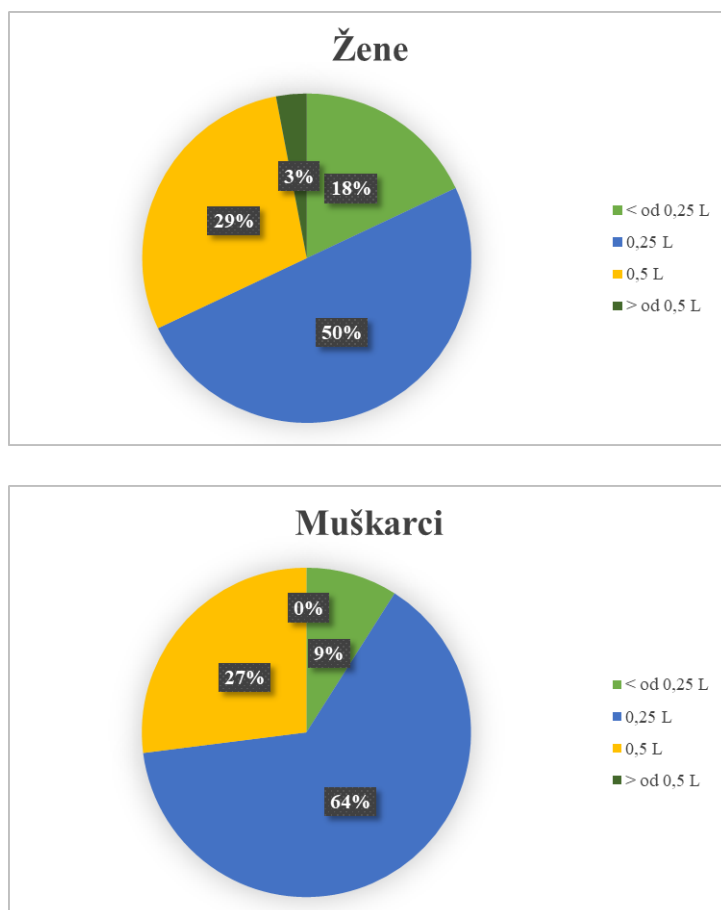
Od 67 konzumenta rekreativaca njih 51 % srednjoškolskog su obrazovanja, 27 % magistra znanosti i 22 % prvostupnika, ali je među njima 52 % zaposlenih, 43 % studenata i 5 % ne zaposlenih što se može povezati i s visokom cijenom energetske napitke na tržištu.

Ispitanici koji konzumiraju energetske napitke najčešće ih konzumiraju 1-3 puta mjesečno (54 % - 20 žena i 19 muškaraca), manji postotak konzumira ih 1-3 puta tjedno (22 % - 11 žena i 4 muškarca), dok 3-5 puta mjesečno (9 % - 2 žene i 4 muškarca), 8 % (1 žena i 4 muškarca) konzumira ih 3-5 puta tjedno, dok najmanji broj ispitanika konzumira ih svaki dan (3 % - 1 žena i 1 muškarac) (Slika 5.).



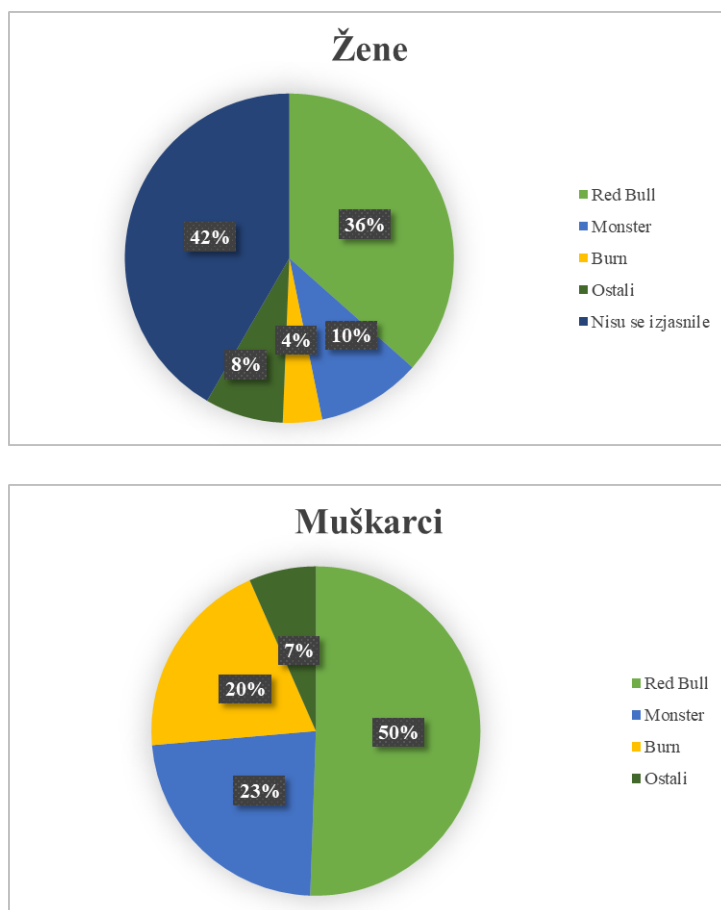
Slika 5. Učestalost konzumacije energetske napitke

Iz slike 6. koja pokazuje količinu napitka u jednom konzumiranju, ovisno o spolu, vidljivo je da 50 % ženskih ispitanika konzumira 0,25 mL napitka, dok istu količinu konzumira 64 % muških ispitanika. Količinu od 0,5 L konzumira 29 % žena i 27 % muškaraca, dok samo 3 % žena konzumira napitak u količini većoj od 0,5 L, a niti jedan muški ispitanik ne popije više od 0,5 L u jednom konzumiranju.



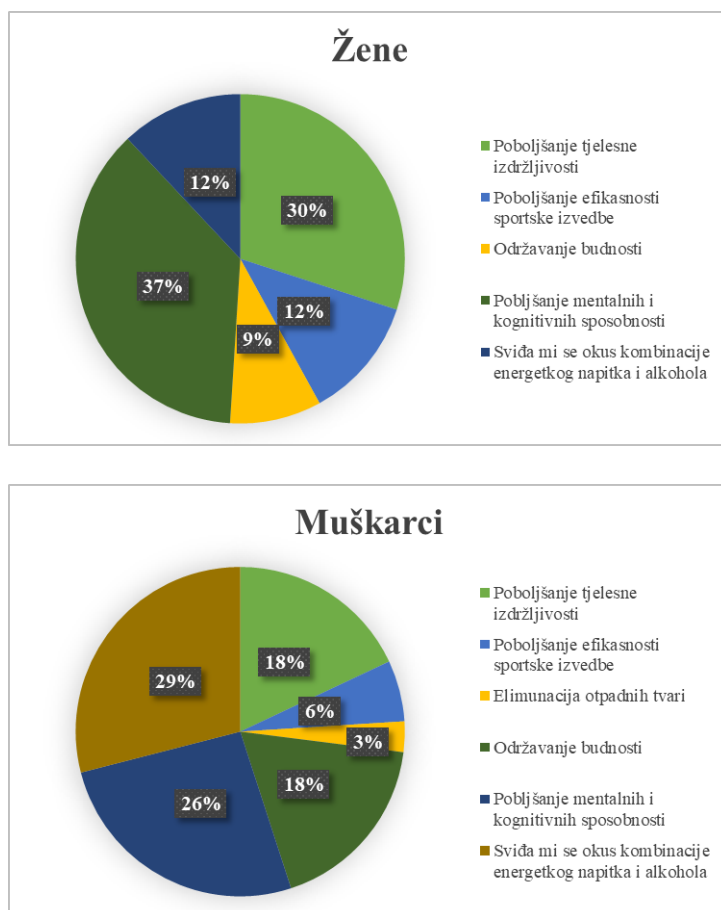
Slika 6. Volumen napitka u jednom konzumiranju kod muških i ženskih ispitanika

Ispitanici koji konzumiraju energetske napitke (slika 7.) izjasnili su se kako najviše konzumiraju energetske napitke Red Bull (50% muškaraca i 36 % žena), a nešto manje ispitanika konzumira energetske napitke Monster (23 % muškaraca i 10 % žena), što je u skladu sa statističkim podacima koji nekoliko godina potvrđuju da su Red Bull i Monster najprodavaniji energetske napitci, a u SAD-u zauzimaju 43 % tržišne prodaje (Caffeine informer, 2014).



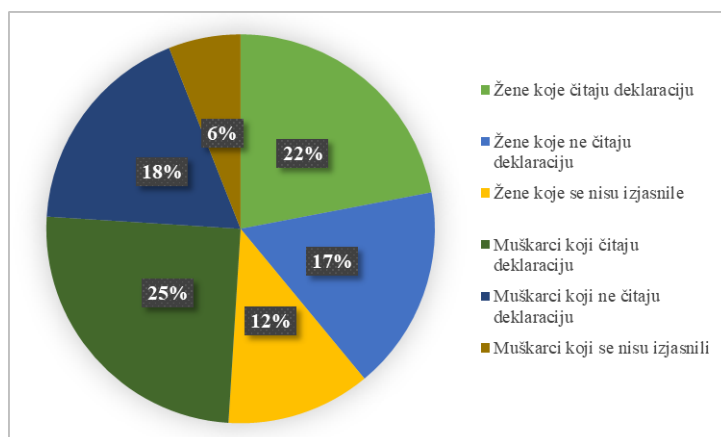
Slika 7. Najčešće konzumirani energetske napitci među ženskim i muškim ispitanicima

Anketno istraživanje pokazuje kako 29 % muških ispitanika konzumira energetske napitke jer im se sviđa njihova kombinacija s alkoholom, dok iz istog razloga energetske napitke konzumira 12 % ženskih ispitanika što izaziva zabrinutost radi ranijih istraživanja koja su pokazala štetne učinke konzumiranja ovih napitaka u kombinaciji s alkoholom (Forbes i sur., 2007). 37 % žena konzumira energetske napitake radi poboljšanja mentalnih i kognitivnih sposobnosti, dok ih iz istog razloga konzumira 26% muških ispitanika. Zbog poboljšanja efikasnosti sportske izvedbe 12 % ženskih i 6 % ženskih ispitanika konzumira energetske napitke, a zbog poboljšanja tjelesne izdržljivosti 30 % ženskih i 18 % muških ispitanika (Slika 8.).



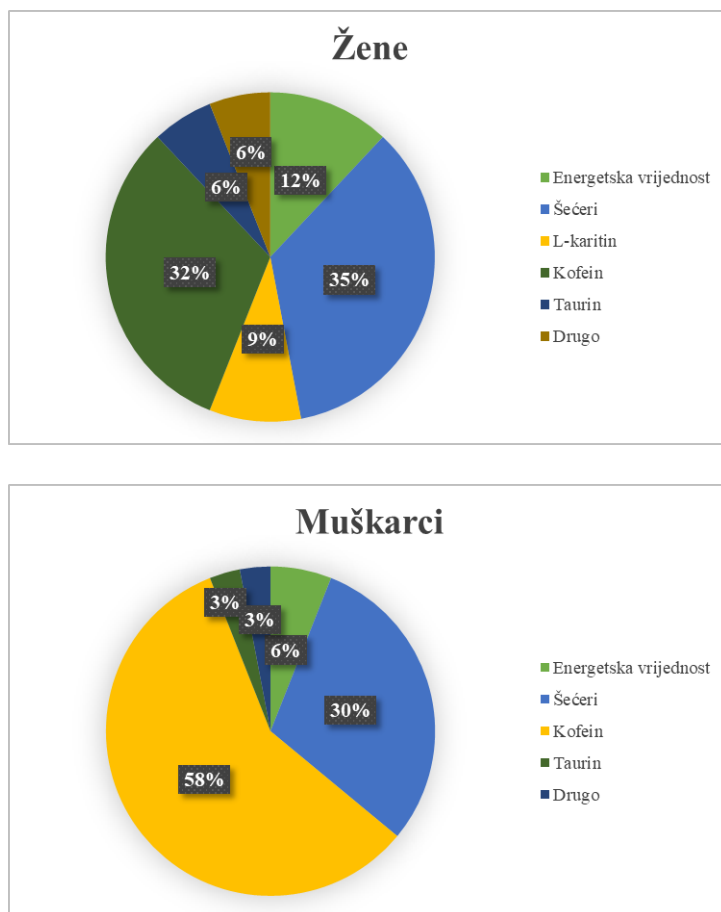
Slika 8. Razlozi konzumiranja energetskih napitaka kod ženskih i muških ispitanika

Iz slike 9. vidljivo je kako 17 % žena i 25 % muškaraca čita deklaraciju na proizvodu, po istom se pitanju 12 % žena i 6 % muškaraca nije izjasnilo što potvrđuje ranije navode koji pokazuju kako veliki postotak konzumenata ne čita deklaraciju, a istu je bitno čitati radi konzumacije „sigurne“ količine kofeina te izbjegavanja konzumiranja napitaka koji ne navode udjel kofeina i šećera (Mccusker i sur., 2006).



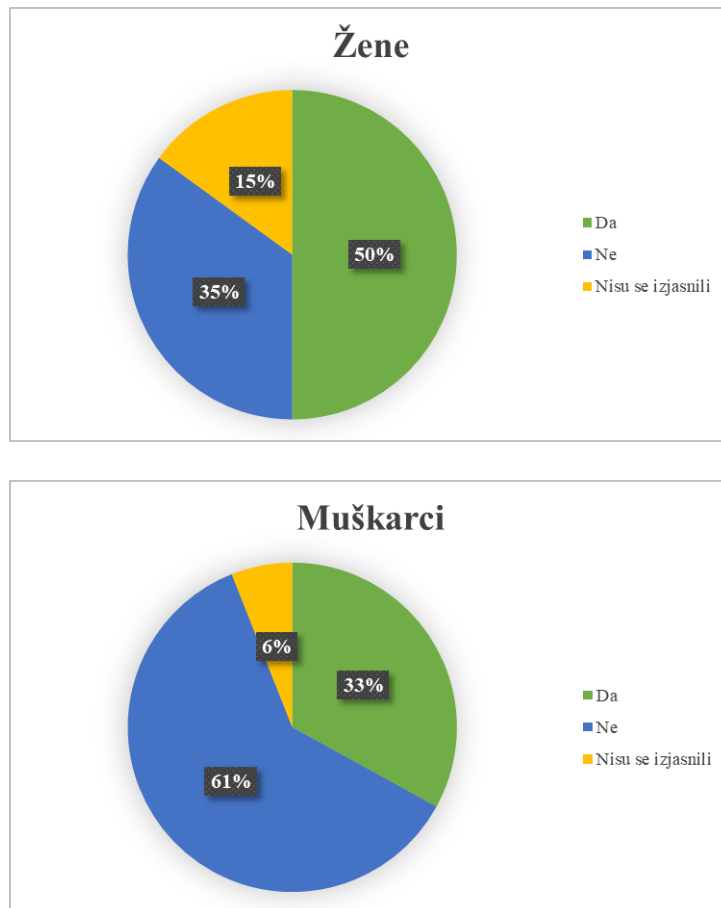
Slika 9. Zanimanje za podatke na deklaraciji energetskog napitka

Na upit o podatku koji zanima konzumente prilikom čitanja deklaracije energetskog napitka 32% ženskih ispitanica izjasnilo se kako čita podatak o kofeinu dok isti podatak čita čak 58 % muškarac, dok udjel šećera zanima 30 % muških i 35 % ženskih ispitanika (Slika 10.)



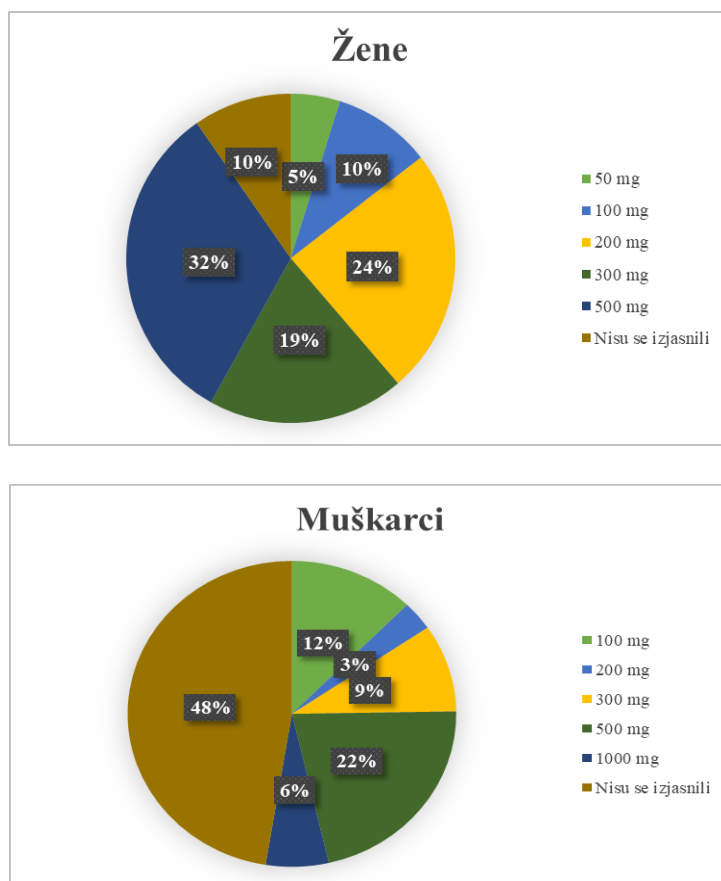
Slika 10. Prikaz podataka na deklaraciji energetskog napitka koji najviše zanima žene i muškarce

Uvidom u rezultate anketnog ispitivanja (slika 11.) pokazalo se da je 33 % muške i 50 % ženske populacije upoznato sa štetnim učincima konzumacije energetskih napitaka, a kao najčešće simptome s kojima su upoznati navodi se pojačani rad srca, drhtavica, zastoj srca, povećanje tlaka i glukoze u krvi, nesanica, oštećenje žila, aritmije, palpacije, tremor te pojačano znojenje. Svi navedeni rezultati potvrđeni su ranijim istraživanjima o konzumaciji energetskih napitaka i praćenju neželjenih simptoma njihove povećane konzumacije kao što su bronhodilatacija te povećana brzina otkucaja srca i blago povećanje krvnog tlaka u kratkom periodu nakon konzumacije (Sharwood i sur., 2013.) te tahikardija, teška hipertenzija, aritmija, pa čak i smrt (Kinugawa i sur, 2011).



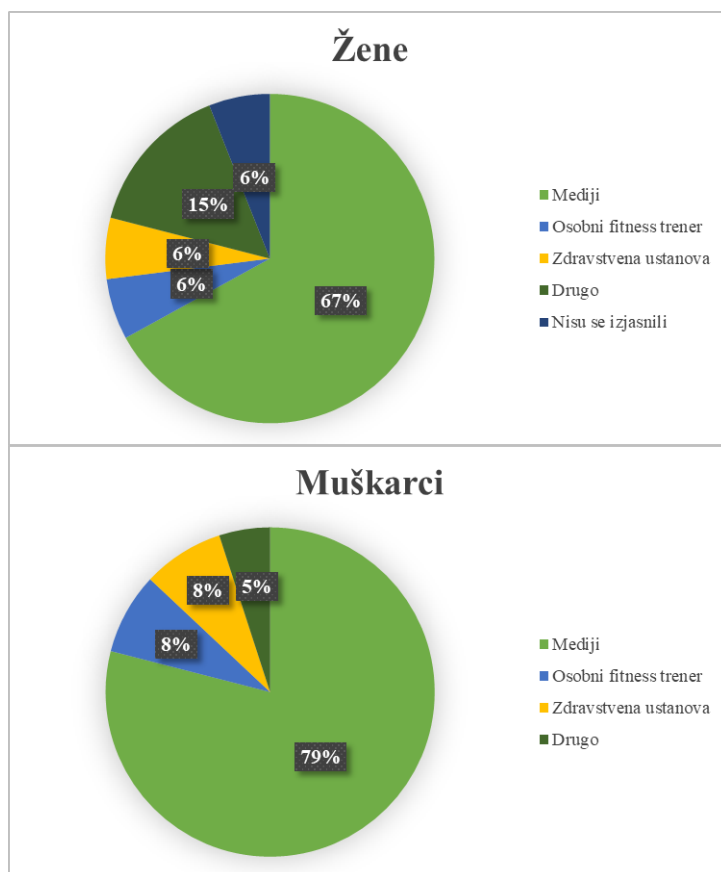
Slika 11. Usporedni prikaz upoznatosti sa štetnim učincima energetskih napitaka kod žena i muškaraca

Utvrđeno je kako 32 % žena i 22 % muškaraca smatra štetnom količinu od 500 mg kofeina na dan, 300 mg kofeina na dan štetnim smatra 19 % žena i 9 % muškaraca, dok 200 mg na dan štetnim smatra 24 % žena i 3 % muškaraca. Količinu od 1000 mg štetnom smatra 6 % muškaraca i 0 % žena. 10 % žena i 48 % muškaraca izjasnilo se kako ne zna koja je doza kofeina štetna (Slika 12.) što je zabrinjavajući podatak jer je EFSA 2009. godine izdala priopćenje da 400 mg kofeina predstavlja „sigurnu“ dozu i ne izaziva zabrinutost kod potrošača, a sve veće doze smatraju se štetnom. (Ivy i sur., 2009).



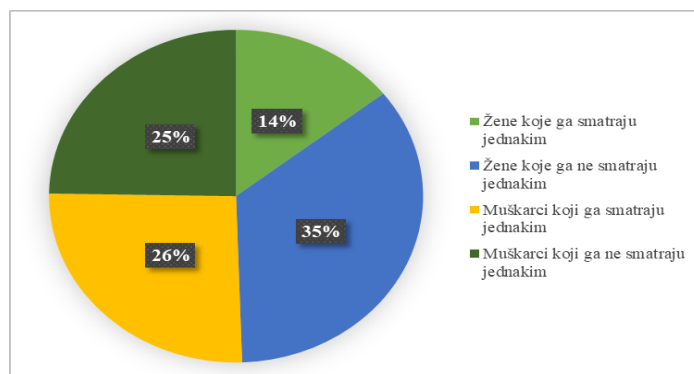
Slika 12. Količina kofeina koju ispitanici smatraju štetnom

Prema rezultatima, na slici 13. vidimo da se 67 % žena informira o energetskeim napitcima putem medija, 6 % putem zdravstvenih ustanove i isti postotak putem fitness trenera, 6 % odgovorilo je da se informira putem drugih kanala, a isti se postotak žena nije izjasnio. Putem medija informira se 79 % muškaraca, dok ih se 8 % informira putem zdravstvene ustanove, a isti je postotak onih koji se informiraju putem fitness trenera, a 5 % ispitanika navalo je kako se informiraju putem drugih kanala. Ovi podaci potvrđuju zasipanje medija reklamama o energetskeim napitcima koje su ciljane upravo na mlađu populaciju i tinejdere (Parker, 2008).



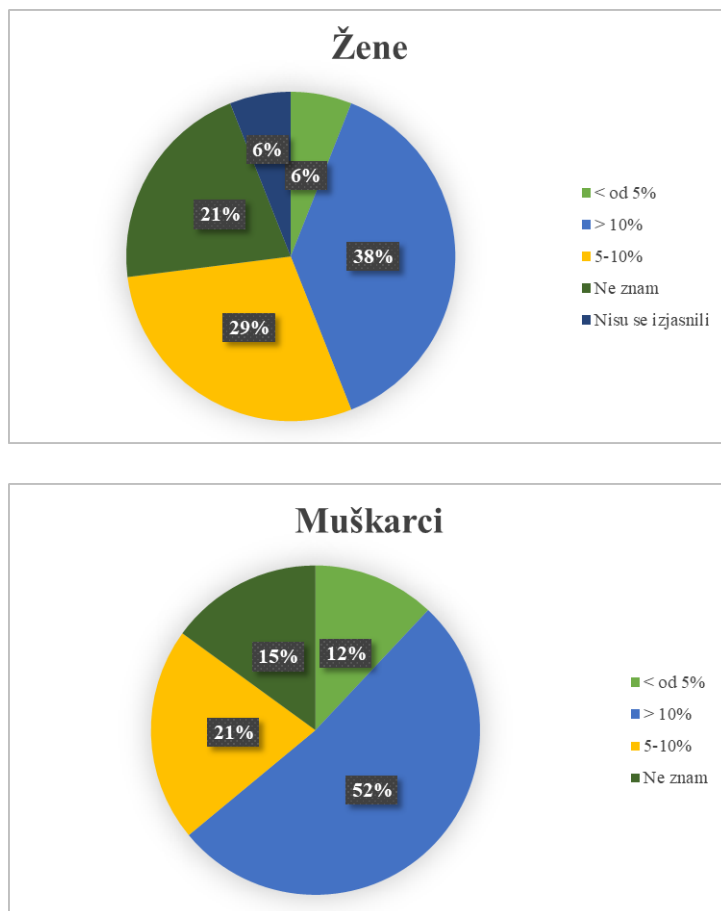
Slika 13. Kanali informiranja o energetske napitcima kod žena i muškaraca

Rezultati anketnog ispitivanja (slika 14.) pokazuju da 26 % muškaraca i 14 % žena smatra da su energetske napitci istovremeno i sportske napitci što je zabrinjavajući podatak jer sportske napitci za svrhu imaju nadomještanje elektrolita koji se gube prilikom znojenja pod tjelesnom aktivnošću, dok su energetske namjenjeni punjenu rezervi prije natjecanja ili obnovi glikogena nakon natjecanja radi velike količine šećera (Puljak, 2016). 35 % žena i 25 % muškaraca smatra da ta dva napitka nisu sinonimi.



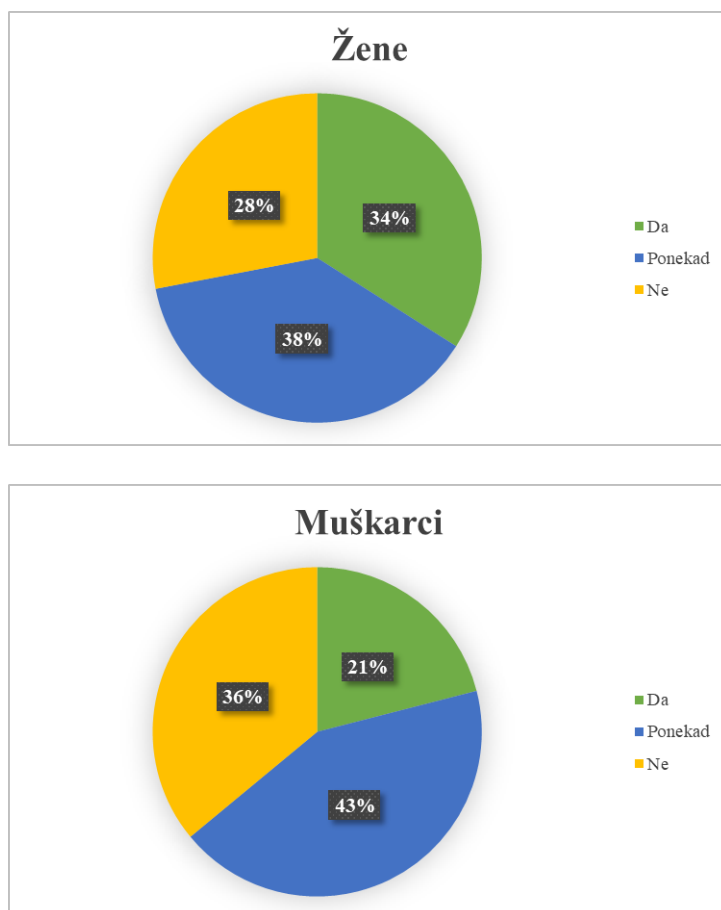
Slika 14. Prikaz mišljenja ispitanika o tome smatraju li da je energetske napitak ujedno i sportske napitak

Prema rezultatima (slika 15.) vidimo da 52% muškaraca i 38% žena smatra kako energetska napitak sadrži više od 10 % šećera, dok 21 % muškaraca i 29 % žena smatra kako sadrži 5-10 % šećera te 21 % žena i 15 % muškaraca izjasnilo se kako ne zna taj podatak što je zabrinjavajuće jer energetska napitci sadrže više od 10% šećera, a ranije istraživanja pokazuju negativne učinke konzumacije velike količine energetskog napitaka s velikom količinom šećera koji ionako utječe na veliki postotak pretilosti u Europi zadnjih godina (Borzan, 2016).



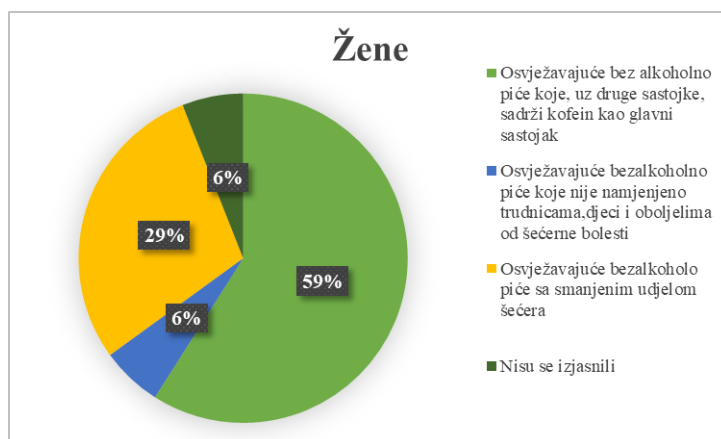
Slika 15. Informiranost o udjelima šećera u energetskim napitcima kod žena i muškaraca

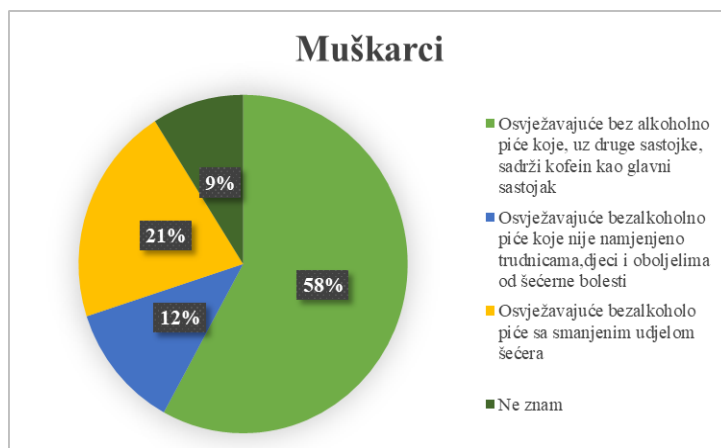
Istraživanje pokazuje da 38 % žena i 43 % muškaraca ponekad konzumira energetska napitak s alkoholom, dok 34 % žena i 21 % muškaraca redovito konzumira tu konzumaciju što je zabrinjavajuće budući da su rezultati prijašnjih istraživanja pokazali da ovakva kombinacija napitka uzrokuju veću dehidraciju organizma te povećava toksičnost samog alkohola (HZJZ, 2013). 28 % žena i 36 % muškaraca ne konzumira istu kombinaciju napitka (Slika 16.).



Slika 16. Navika konzumiranja energetskog napitka s alkoholom kod ženih i muških ispitanika

Isto tako, istraživanje je pokazao da 59 % žena zna da je energetski napitak osvježavajuće bezalkoholno piće koje, uz druge sastojke (vitamini, minerali, taurin, inozitol i dr.), sadrži kofein kao glavni sastojak, a isto je odgovorilo 58 % muškaraca. Da je energetski napitak osvježavajuće bezalkoholno piće koje nije namijenjeno trudnicama, djeci i oboljelima od šećerne bolesti smatra 29 % žena i 12 % muškaraca (Slika 17.).



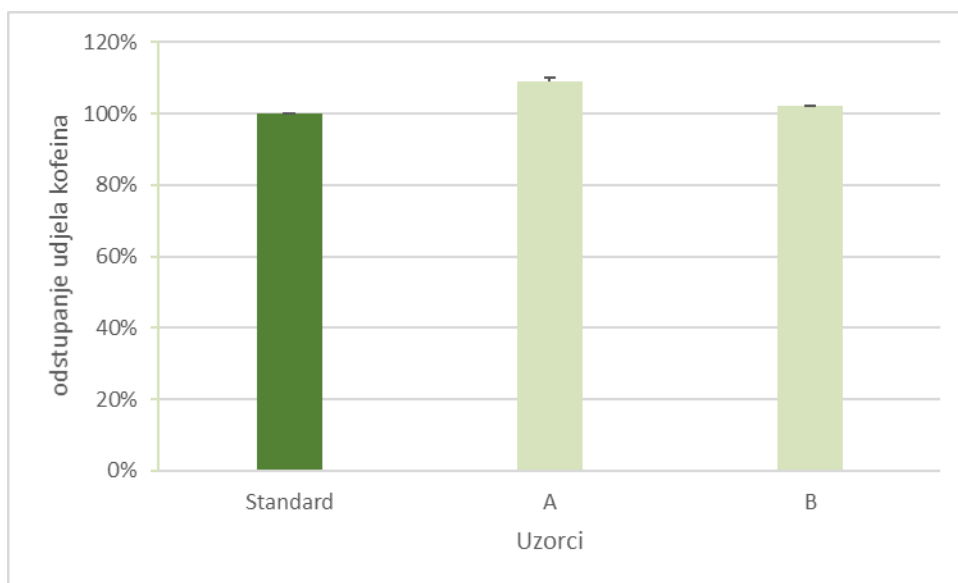


Slika 17. Poznavanje definicije energetskih napitaka među ženskim i muškim ispitanicima

4.2. Određivanje kofeina u uzorku primjenom tekućinske kromatografije visoke djelotvornosti (HPLC)

Tablica 4. Udjel kofeina (mg/serviranju) u napitcima- dodacima prehrani sa sladilima

UZORCI	Udjel kofeina određen HPLC metodom (mg/serviranju ± SD)	Označeni udjel kofeina (mg/serviranju)
A	218,27 ± 9,66	200
B	81,64 ± 0,77	79,98

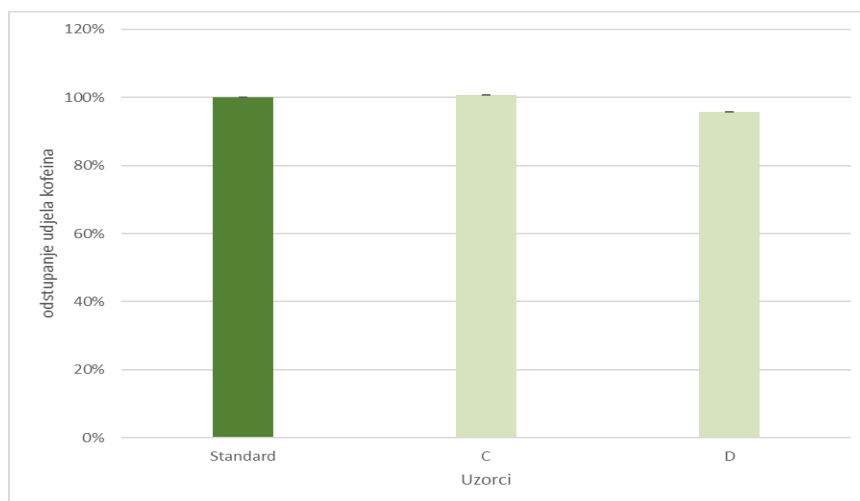


Slika 18. Odstupanje udjela kofeina (%) u dodacima prehrani od udjela označenog na proizvodu

Primjenom tekućinske kromatografije visoke djelotvornosti, u dodacima prehrani određeni su viši udjeli kofeina u odnosu na vrijednosti označene na proizvodu, ali unutar granice odstupanja do 10%. Dodatak prehrani A pokazao je znatno veće odstupanje vrijednosti kofeina unutar iste serije uzorka (razlika 19,34 mg kofeina unutar dva uzorka iste serije, koji se serviraju u količini od 25 mL).

Tablica 5. Udjel kofeina (mg/serviranju) u osvježavajućim napitcima s kofeinom

UZORCI	Udjel kofeina određen HPLC metodom (mg/serviranju \pm SD)	Označeni udjel kofeina (mg/serviranju)
C	151,12 \pm 0,29	150
D	142,62 \pm 0,00	149,1

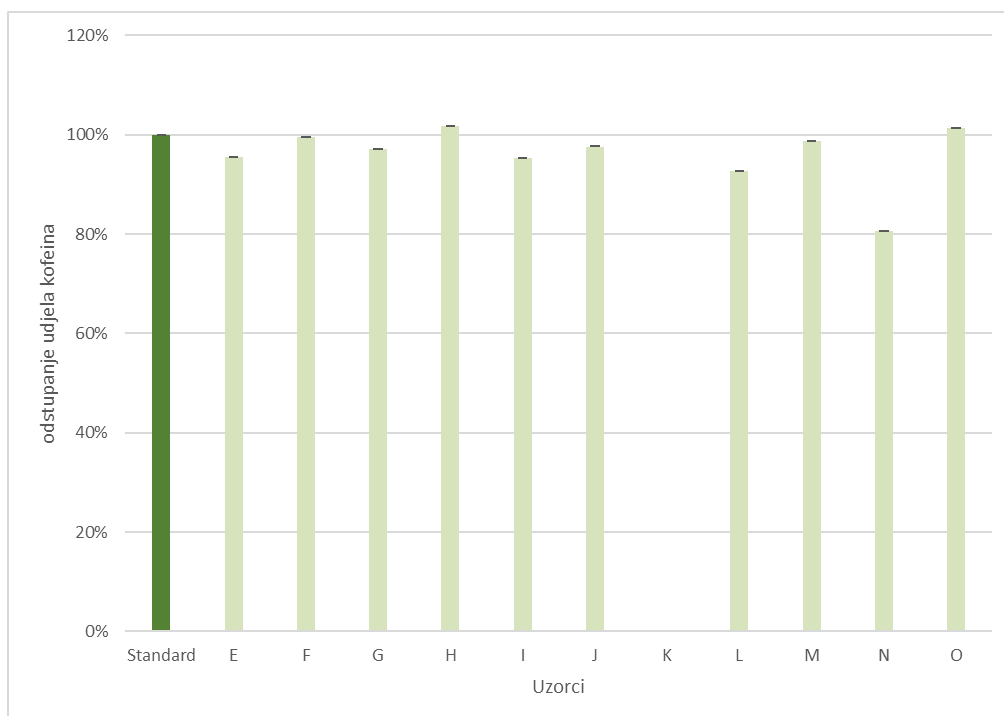


Slika 19. Odstupanje udjela kofeina (%) u osvježavajućim napitcima od udjela označenog na proizvodu

Rezultati udjela kofeina u osvježavajućim napitcima, određeni primjenom HPLC metode pokazali su da uzorak C ima veći udjel (0,8 %) kofeina od označene vrijednosti te da uzorak D (4,3%) ima manji udjel od označenog udjela kofeina, također nisu pokazane znatne razlike unutar serije istog proizvoda.

Tablica 6. Udjel kofeina (mg/serviranju) u energetskeim napitcima

UZORCI	Udjel kofeina određen HPLC metodom (mg/serviranju ± SD)	Označeni udjel kofeina (mg/serviranju)
E	76,35 ± 0,42	80
F	79,68 ± 0,06	80
G	155,30 ± 0,36	160
H	81,33 ± 0,06	80
I	76,18 ± 0,16	80
J	78,04 ± 0,08	80
K	75,44 ± 0,08	/
L	74,10 ± 0,06	80
M	74,06 ± 0,22	75
N	64,42 ± 0,06	80
O	97,38 ± 0,06	96



Slika 20. Odstupanje udjela kofeina (%) u energetske napitcima od udjela označenog na proizvodu

Rezultati udjela kofeina u osvježavajućim napitcima određeni primjenom HPLC metode pokazali su odstupanja u udjelima kofeina unutar granice do 10%, izuzev uzorka N koji je pokazao 19,5 % manji udjel kofeina od onog označenog na proizvodu. U uzorku K nije označena vrijednost kofeina, a primjenom HPLC metode određen je udjel od 301,77 mg L⁻¹, što je približno jednako kao i u ostalim energetske napitcima koji se nalaze na tržištu i imaju označeni udjel kofeina. Ovi rezultati potvrđuju i nedavno istraživanje Attipoe i suradnika (2016) da napitci s kofeinom u većini slučajeva ne pokazuju odstupanja veća od 15 % u označavanju aktivnih sastojaka no, to i dalje ne zadovoljava smjernice FDA koje navode da se mora označiti 100 % vrijednost količine ili koncentracije sastojaka koji se dodaju u proizvod, s minimalnim odstupanjima pripisanim analitičkim mjernim pogreškama.

5. ZAKLJUČCI

1. Rezultati anketnog ispitivanja pokazali su da među 135 ispitanika, njih 50,4 % konzumira energetske napitke, pri čemu je 54 % konzumenata u dobi od 18 do 25 godina, a 24 % u dobi od 25 do 30 godina.
2. Među konzumentima energetske napitaka, 36 % ženskih i 50 % muških ispitanika izjasnilo se da konzumira energetski napitak Red Bull, dok Monster konzumira 10 % ženskih i 23 % muških ispitanika.
3. Među ženskim ispitanicama 37 % njih konzumira energetske napitke radi poboljšanja mentalnih i kognitivnih sposobnosti, a 30 % radi poboljšanja tjele izdržljivosti, dok 29 % muških ispitanika konzumira energetske napitke jer im se sviđa njihova kombinacija s alkoholom, a 26 % radi poboljšanja mentalnih i kognitivnih sposobnosti.
4. Podatak o udjelu kofeina na proizvodu čita 32 % ženskih i 58 % muških ispitanika, dok podatak o udjelu šećeru čita 35 % ženskih i 30 % muških ispitanika.
5. 50 % ženskih i 33 % muških ispitanika upoznato je sa štetnim učincima konzumacije energetske napitaka, među kojima su posebno istaknuti pojačani rad srca, drhtavica, zastoj srca, povećanje krvnog tlaka i glukoze u krvi, nesanicu, oštećenje krvnih žila, aritmija, tremor te pojačano znojenje.
6. Najveći broj ispitanika putem medija se informira oprednotima / pozitivnim učincima energetske napitaka, 67 % ženskih i 79 % muških ispitanika.
8. Naviku redovitog konzumiranja energetske napitka s alkoholom ima 34 % ženskih i 21 % muških ispitanika, dok ponekad istu kombinaciju napitka konzumira 38 % ženskih i 43 % muških ispitanika.
9. Određivanjem udjela kofeina primjenom tekućinske kromatografije visoke djelotvornosti utvrđeno je da udjel kofeina u 13 od 15 uzoraka energetske napitaka (87%) ne prelazi granicu odstupanja od 10 % od vrijednosti ozančene na proizvodu, u jednom uzorku udjel kofeina pokazao je odstupanje od 19,5 % manje nego pakiranju napitka te jedan uzorak nije imao deklarirani udjel kofeina na proizvodu.

10. Na osnovu rezultata provedenog istraživanja, a uzimajući u obzir i potencijalne zdravstvene rizike konzumiranja kofeina, izrazito je važno ispravno označavanje udjela kofeina u proizvodima, kao i edukacija ciljane populacije o tim ricima.

6. LITERATURA

Attila, S., Cakir, B. (2011) Energy-drink consumption in college students and associated factors. *Nutr.* **27**,316–322.

Attipoe, S., Leggit, J., Deuster, P.A. (2016) Caffeine Content in Popular Energy Drinks and Energy Shots, *Mil. Med.* **181**, 1016-1020.

Belščak-Cvitanović, A., Komes, D., Benković, M., Karlović, S., Hečimović, I., Ježek, D., Bauman, I. (2012) Innovative formulation of chocolates enriched with plant polyphenols from *Rubus idaeus* L. Leaves and characterization of their physical, bioactive and sensory properties. *Food Res. Int.* **48**, 820-830.

Braun, H., Koehler, K., Geyer, H., Kleiner, J., Mester, J., Schanzer, W. (2009) Dietary supplement use among elite young German athletes. *Int. J. Sport Nutr. Exerc. Met.* **19**, 97–109.

Breda, J. J., Whiting, S. H., Encarnação, R., Norberg, S., Jones, R., Reinap, M., Jewell, J. (2014) Energy drink consumption in Europe: a review of the risks, adverse health effects, and policy options to respond. *Front Public Health.* **2**, 134.

Bonar A. (2014) Caffeine taken during training and even in small doses may boost sports performance: Researcher, < <http://www.nutraingredients.com/Research/Caffeine-in-small-doses-and-during-training-may-boost-performance>>. Pristupljeno 25.ožujka 2017.

Borzan B. (2016) Djeca sve više piju energetska pića puna kofeina i šećera, Bruxelles, <<http://www.biljanaborzan.eu/hr/novosti-detalji/djeca-sve-vise-piju-energetska-pica-puna-kofeina-i-secera-294>>. Pristupljeno 30.ožujka 2017.

Caffeine Informer (2014) Top selling energy drink brands,<<http://www.caffeineinformer.com/the-15-top-energy-drink-brands>>. Pristupljeno 18. svibnja 2017.

Campbell, B., Wilborn, C., La Bounty, P., Taylor, L., Nelson, M. T., Greenwood, M., Ziegenfuss, T. N., Lopez, H. L., Hoffman, J. R., Stout, J. R., Schmitz, S., Collins, R., Kalman, D. S., Antonio, J., Kreider, R. B. (2013) International Society of Sports Nutrition position stand: energy drinks. *J.Int. Soc. Sports. Nutr.* **10**, 1–16.

Dirks-Naylor, A. J. (2015) The benefits of coffee on skeletal muscle. *Life Sci.* **143**, 182-186.

Del Coso, J., Muñoz-Fernández, V. E., Muñoz, G., Fernández- Elías, V. E., Ortega, J. F., Hamouti, N., Muñoz-Guerra, J. (2012) Effects of a Caffeine-Containing Energy Drink on Simulated Soccer Performance. *PLoS One.* **7**, 1–8.

Diehl, K., Thiel, A., Zipfel, S., Mayer, J., Schnell, A., Schneider, S. (2012) Elite Adolescent Athletes's Use of Dietary Supplements: Characteristics, Opinions, and Sources of Supply and Information. *Int. J. Sport Nutr. Exerc. Met.* **22**, 165-174.

Ding, M., Bhupathiraju, S. N., Satija, A., Van Dam, R. M., Hu, F. B. (2014)

Long-term coffee consumption and risk of cardiovascular disease: a systematic review and a dose–response meta-analysis of prospective cohort studies. *Circulation*. **129**, 643–659.

Duncan, M. J., Oxford, S. W. (2011) The effect of caffeine ingestion on mood state and bench press performance to failure. *J. Strength. Cond. Res.* **25**, 178-185.

Đorđević, S., Antunović, M., Perković Vukčević, N., Jović Stošić, V. (2015) Kofein i sport Da ili ne: Prikaz slučaja akutnog trovanja kofeinom, 1. Kongres o prevenciji dopinga u sportu, Beograd.

EDE (2014) Energy drink safety and efficacy assessments,
<<http://www.energydrinkseurope.org/assessment-european-food-safety-authority> > .
Pristupljeno 24.travnja 2017.

Forbes, S. C., Candow, D. G, Little, J. P., Magnus, C., Chilibeck, P. D. (2007) Effect of Red Bull energy drink on repeated Wingate cycle performance and bench-press muscle endurance. *Int. J. Sport. Nutr. Exerc. Metab.* **17**, 433-444.

Franklin, K.M., Hauser, S.R., Bell, R.L., Engleman, EA. (2013) Caffeinated alcoholic beverages— an emerging trend in alcohol abuse. *J. Addict. Res. Ther.* **4**, 15.

Graham, T. E. (2001) Caffeine and exercise: metabolism, endurance and performance. *Sports Medicine*. **31**, 785-807.

Graham, T. E., Spriet, L. L. (1995) Metabolic, catecholamine, and exercise performance responses to various doses of caffeine. *J. Appl. Physiol.* **78**, 867–874.

Grundler, A. Oprezno s energetske napitcima jer sadrže kofein
<<http://www.adiva.hr/oprezno-s-energetske-napitcima-je-sadrze-kofein.aspx> >.
Pristupljeno 1. travnja 2017.

Giles, G. E., Mahoney, C. R., Brunyé, T. T., Kanarek, R. B. (2017) Cautiously Caffeinated: Does Caffeine Modulate Inhibitory, Impulsive, or Risky Behavior?. *J. Caffeine Res.* **7**, 7-17.

Goldfarb M., Tellier C., Thanassoulis G. (2014) Review of published cases of adverse cardiovascular events after ingestion of energy drinks. *Am. J. Cardiol.* **113**, 168–172

Gurley, B. J., Steelman, S. C., Thomas, S. L. (2015) Multiingredients, caffeine-containing dietary supplements: History, safety and efficacy. *Clin. Ther.* **37**, 275–301.

Henman, A. R. (1982) Guaraná (*Paullinia cupana* var. *sorbilis*): ecological and social perspectives on an economic plant of the central Amazon basin. *J. Ethnopharmacol.* **6**, 311-338.

Howland, J., Rohsenow, D. J. (2013) Risk of energy drinks mixed with alcohol. *JAMA*. **309**, 245 -246.

Howland, J., Rohsenow, D. J., Arnedt, J. T., Bliss, C. A., Hunt, S. K., Calise, T. V., Heeren, T., Winet M., Littlefield, C., Gottlie, D. J. (2010) The acute effects of caffeinated vs. non caffeinated alcoholic beverages on driving performance and attention/reaction time. *Addiction*. **106**, 335–41.

Hrvatski zavod za javno zdravstvo (2013) Energetska pića s kofeinom i miješanje s alkoholom, < <http://www.hzjz.hr/sluzba-zdravstvena-ekologija/energetska-pica-s-kofeinom-i-mijesanje-s-alkoholom/>>. Pristupljeno 13.travnja 2017.

Hina (2014) Odzvonilo prodaji energetske napitaka mladima od 18
<<https://www.tportal.hr/vijesti/clanak/odzvonilo-prodaji-energetskih-napitaka-mladima-od-18-20140515/>>. Pristupljeno 20.travnja 2017.

ICO (2013) International coffee organization, < <http://www.ico.org>> . Pristupljen 10. svibnja 2017.

Inácio, S. G., de Oliveira, G. V., Alvares, T.S. (2016) Caffeine and Creatine Content of Dietary Supplements Consumed by Brazilian Soccer Players. *Int. J. Sport Nutr. Exerc. Metab.* **26**, 323-329.

Ivy J. L, Kamer L., Ding Z., Wang C., Bernard J. R., Liao Y. H., Hwang J. (2009) Improved cycling time- trial performance after ingesting a caffeine energy drink. *Int. J. Sport Nutr. Exerc. Metab.* **19**, 61–78

Jayeola, C. O., (2001) Preliminary studies on the use of kolanuts (*Cola nitida*) for soft drink production. *Jourl. of Food Tech. in Africa.* **6**, 25–26.

Jeukendrup, A., Gleeson, M. (2010) Sport nutrition, Human Kinetics, Champaign IL.

Jochmann, N., Baumann, G., Stangl, V. (2008) Green tea and cardiovascular disease: from molecular targets towards human health. *Curr. Opin. Clin. Nutr. Metab. Care.* **11**,758-765.

Kazdin, E. A. (2000) Encyclopedia of Psychology, American Psychological Association and Oxford University Press, Oxford.

Katalenić, M. (2009) Energetska pića, sastojci, mišljenje EFSA-e, Hrvatska agencija za hranu, Osijek.

Kinugawa, T., Kurita, T., Nohara, R., Smith, M. L. (2011) A case of atrial tachycardia sensitive to increased caffeine intake. *Int. Heart. J.* **52**, 398–400.

Kovar, M. G. (1985) Use of medications and vitamin-mineral supplements by children and youths. *Health Rep.* **100**, 470–473.

Kuštrak, D. (2005) Farmakognozija Fitofarmacija, Golden marketing-Tehnička knjiga, Zagreb.

Lara, B., Gonzalez-Millán, C., Salineiro, J. J., Abian-Vicen, J., Areces, F., Barbero-Alvarez, J. C., Del Coso, J. (2014) Caffeine-containing energy drink improves physical performance in female soccer players. *Amino Acids.* **46**, 1385–1392.

Lauš, D. (2009) Prehrana i sport, Nakladnička kuća, Bjelovar.

Legović, D., Lopac, D., Šantić, V. (2007). Sportski napitci i umor sportaša. *Medicina.* **43**, 215-223.

Leotkai, M. (2012) Kofein, Ulika, Branka Antunović-Piton, Pula.

Maleš, Ž., Šoić, D., Tušinec, M., Bojić, M. (2017) Stoljeće Coca-Cole: od biljnih droga do svjetskog brenda. *Farmaceutski glasnik*. **73**, 17-24.

Mattei R., , Diasb R. F., Espínolab E. B., Carlinia E. A, Barrosc S. B. (1998) Guarana (Paullinia cupana): toxic behavioral effects in laboratory animals and antioxidant activity in vitro. *J. Ethnopharm.* **60**, 111-116.

Marczinski, C. A., Filmore, M. T., Bardget, M. E., Howard, M. A. (2011) Effects of Energy Drinks Mixed with Alcohol on Behavioral Control: Risk for College Students Consuming Trendy Cocktails. *Alcohol Clin. Exp. Res.* **35**, 1282-1292.

Marczinski, C. A., Fillmore, M. T., Henge, A. T., Ramsey, M. A., Young, C. R. (2013) Mixing an energy drink with an alcoholic beverage increases motivation for more alcohol in college students. *Alcohol Clin. Exp. Res.* **37**, 276–283.

Maughan, R.J., King, D.S., Lea, T (2004) Dietary supplements. *J Sport Sci.* **22**, 95–113.

McCusker, R. R., Goldberger, B. A., Cone, E. J. (2006) Caffeine content of energy drinks, carbonated sodas, and other beverages. *J Anal Toxicol.* **30**, 112-114.

McCann, S. E, Yeh, M., Rodabaugh, K., Moysich, K. B. (2009) Higher regular coffee and tea consumption is associated with reduced endometrial cancer risk. *Int. J. Cancer.* **124**, 1633-1650.

Miller, K. E. (2008) Energy drinks, race, and problem behaviors among college students. *J. Adolesc Health.* **43**, 490–470

Mitchell, D. C., Knight, C. A., Hockenbery, J., Teplansky, R., Hartman, T. J. (2014) Beverage caffeine intakes in the U.S. *Food Chem. Toxicol.* **63**, 136-142.

Nawrot P., Eastwood J. S, Rotstein J., Hugenholt A., Feeley M. (2003) Effects of caffeine on human health. *Food Addit. Contam.* **20**, 1–30

O'Dea, J. A. (2003) Consumption of nutritional supplements among adolescents: Usage and perceived benefits. *Health Educ. Res.* **18**, 98–107

O'Neil, M.J. (ed.). The Merck Index - An Encyclopedia of Chemicals, Drugs, and Biologicals. Cambridge, UK: Royal Society of Chemistry, 2013., p. 289

Parker, B. R. (2008) Energy drinks are they safe < http://ezinearticles.com/?Energy-Drinks---Are-They-Safe%3F&id=1229961&fb_source=message>. Pristupljeno 20.travnja 2017.

Pendergrast, M. (1993) For God, Country, and Coca-Cola: The Unauthorized History of the Great American Soft Drink and the Company That Makes It, Scribner's, New York.

Petroczi, A., Naughton, D. P., Pearce, G., Bailey, R., Bloodworth, A., McNamee, M. (2008) Nutritional supplement use by elite young UK athletes: Fallacies of advice regarding efficacy. *J. Int. Soc. Sports Nutr.* **5**, 22.

Pravilnik o općem deklariranju ili označavanju hrane (2004) *Narodne novine* **114**, Zagreb.

Puljak, L. (2016) Zašto je Red Bull zabranjen u Norveškoj, Danskoj i Francuskoj, Ministarstvo znanosti obrazovanja i sporta < <http://dobarzivot.net/zdravlje/zasto-je-red-bull-zabranjen-u-norveskoj-danskoj-i-francuskoj/>>. Pristupljeno 20.travnja 2017.

Rapić, V. (1994) Postupci priprave i izolacije organskih spojeva, Školska knjiga, Zagreb

Reid, J. L., Hammond, D., McCrory, C., Dublin, J. A., Leatherdale, S. T. (2015) Use of caffeinated energy drinks among secondary school students in Ontario: prevalence and correlates of using energy drinks and mixing with alcohol. *Can. J. Public Health*. **106**, 101-108.

Reis, R., Mohammad, C., Hande, S., Asiye, I. D. E., Caglar, M., Hatice, A., Ahmet, A. (2017) Energy Drink Induced Lipid Peroxidation and Oxidative Damage in Rat Liver and Brain When Used Alone or Combined with Alcohol. *J. Food Sci.* **82**, 1037-1043.

Rodriguez, N. R., Di Marco, N. M., Langley, S. (2009) American College of Sports Medicine position stand. Nutrition and athletic performance. *Med. Sci. Sports Exerc.* **41**, 709-731.

Rosenbloom, C. (2014) Energy drinks, Caffeine and Athletes. *Nutr. Today*. **49**, 49-54.

Semić Isaković, V. (2016) Energetski napitci „od davanja krila“ do „leta“ u smrt, IslamPress, <<http://islampress.net/17559/energetski-napitci-od-davanja-krila-do-leta-u-smrt/>>. Pristupljeno 29.ožujka 2017.

Seifert, S. M., Schaechter, J. L., Hershorin, E. R., Lipshultz, S. E. (2011) Health Effects of Energy Drinks on Children, Adolescents, and Young Adults. *Pediatrics*. **127**, 511-527.

Sharwood, L. N., Elkington, J., Meuleners, L., Ivers, R., Boufous, S., Stevenson, M. (2013) Use of caffeinated substances and risk of crashes in long distance drivers of commercial vehicles: case-control study. *BMJ*. **135**, 1140-1146.

Silletta, M. G., Marfisi, R., Levantesi, G. (2007) Coffee consumption and risk of cardiovascular events after acute myocardial infarction: results from the GISSI (Gruppo Italiano per lo Studio della Sopravvivenza nell'Infarto miocardico)-Prevenzione trial. *Circulation*. **116**, 2944-2951.

Smith, P. M., Doherty, M. (2005) Effects of caffeine ingestion on rating of perceived exertion during and after exercise: a meta-analysis. *Scand. J. Med. Sci. Sports*. **15**, 69-78

Službeno glasilo Hrvatskog zavoda za toksikologiju i antidoping (2012) <<http://hzta2013.antidoping-hzta.hr/nedoping/2012/26.pdf>>. Pristupljeno 20.travnja 2017.

Spriet, L. L. (2014) Exercise and Sport Performance with Low Doses of Caffeine. *Sports Med.* **44**, 175-184.

Šerifović, J. (2015) Je li čaj zanemariv izvor kofeina, <http://www.samovar.hr/index.php?option=com_easyblog&view=entry&id=63&Itemid=11> Pristupljeno 6.ožujka 2017.

Tahiraj, E. (2015) Faktori utjecaja na doping ponašanje kod sportaša u sportskim igrama na Kosovu, Sveučilište u Zagrebu, Kineziološki fakultet, Zagreb.

Zekić, D. (2012) Novi oblici dopinga- budućnost elitnog sporta, Medicinski fakultet u Zagrebu, Zagreb.

Žagar Petrović, M. (2015) Energetski napici i rizici za zdravlje, <<https://www.zdravobudi.hr/clanak/162/energetski-napitci-i-rizici-za-zdravlje>>. Pristupljeno 20.ožujka 2017.

Vranešić Bender, D. (2008) O kavi i kofeinu поближе. *Zaposlena*. **138**, 54-55.

Wagner, H. (1988) Pharmazeutische Biologie, Springer Verlag, Berlin.

Wiles, J. D., Bird, S. R., Hopkins, J., Riley. M. (1992) Effect of caffeinated coffee on running speed, respiratory factors, blood lactate and perceived exertion during 1500-m treadmill running. *Br. J. Sports Med.* **26**,116-120.

Wilson, T., Temple, N. J. (2016) Beverage Impacts on Health and Nutrition, 2. izd., Springer, Swizerland.